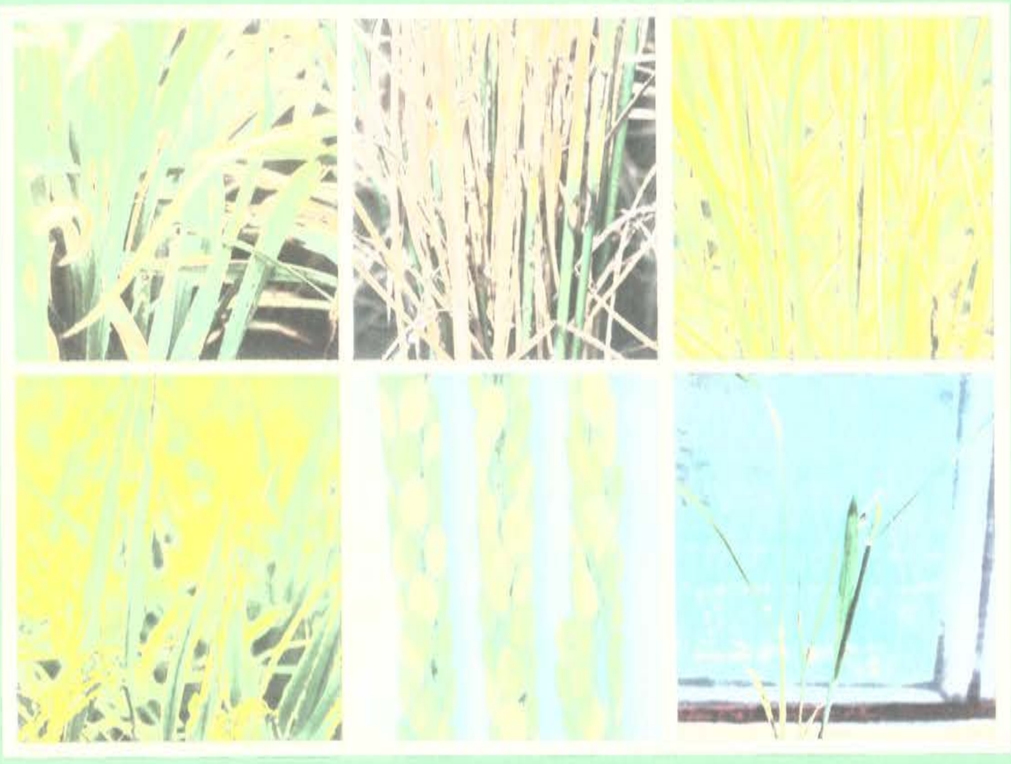
臺灣省農業試驗所特刊第32號

稻作病害研討會專刊

中華民國七十九年十一月二十六日於臺灣省農業試驗所國際會議廳



臺灣省農業試驗所
中華植物保護學會　主辦
中華民國植物病理學會
臺灣省政府農林廳　補助
臺灣省農業試驗所　編印

中華民國八十年一月

臺灣省農業試驗所特刊第32號

稻作病害研討會專刊

中華民國七十九年十一月二十六日於臺灣省農業試驗所國際會議廳

杜 金 池

蔡 財 旺　　簡 錦 忠

蔡 武 雄　　張 義 璋

編 輯

臺 灣 省 農 業 試 驗 所
中 華 植 物 保 護 學 會　主 辦
中華民國植物病理學會

臺 灣 省 政 府 農 林 廳　補 助

臺 灣 省 農 業 試 驗 所　編 印

中華民國八十年一月

稻作病害研討會　79.11.26攝於農試所

目　　錄

臺灣省政府農林廳徐副廳長茂樟致詞 I
行政院農業委員會高技正清文致詞 .... Ⅲ
臺灣省政府農林廳植物保護科范科長國洋致詞 .... Ⅳ
中華植物保護學會杜理事長金池致歡迎詞 .... Ⅴ
中華民國植物病理學會徐理事長世典致歡迎詞 .... Ⅶ
本省稻作病害研究之回顧與展望 .... 簡錦忠 1
水稻葉稻熱病發生預測 .... 蔡武雄 15
稻熱病發生預測方法及系統 .... 黃益田 31
水稻紋枯病之生態及防治 .... 杜金池、張義璋 65
疑似紋枯病之水稻菌核性病害 .... 游俊明 83
水稻皺縮矮化病與稗草皺縮矮化病 .... 陳慶忠 103
臺灣水稻白葉枯病發生近況與展望 .... 謝式坪鈺 117
稻細菌性穀枯病 .... 簡錦忠、張義璋 131
綜合討論 147
研討會參加人員 150
研討會籌辦人員 152
附錄一
臺灣省農業試驗所簡研究員錦忠博士研究論文主要代表作 153

一、稻熱病

1.優良稻種對葉稻熱病抵抗性之比較初步報告。中華農學會報 新第12期：89-90。(李學銓共著)(1955) 155
2.西樂生石灰(Ceresan lime)防治稻熱病之效果(預報)。農業研究 6(3)：41-46。(1956) 157
3.施肥對于稻熱病之發生及藥劑撒佈效果之影響。第一報．稻苗試驗結果。農業研究 7(2):1-5。(徐水泉共著)(1957) 163
4.幾種殺菌劑對稻作三種病原菌之殺菌效力。中華農學會報 新第28期:39-48。(陳其昌共著)(1959) 168
5.施肥對于稻熱病之發生及藥劑撒佈效果之影響。第二報．田間之施肥與稻熱病發生之關係。農業研究 9(3):17-23。(徐水泉共著)(1960) 178

6.稻熱病病原生理型之研究。農業研究 10(1):27-34。(洪章訓，林淑媛共著)(1961) 185
7.Studies on the physiologic races of *Piricularia oryzae* Cav.(Ⅱ) Agric. Res. 12(3):29-39. (S. Y. Lin., S. C. Jong 共著)(1963) 193
8.Physiologic races of *Piricularia oryzae* in Taiawan, p.245-255. In the Rice Blast Disease Proc. Symp. at the Int. Rice Research Inst. July 1963. John Hopkins, Press, Baltrimore, (R.J. Chiu, S. Y. Lin 共著)(1965) 204
9.稻熱病菌對水銀離子耐性之研究。農業研究 13(3):44-50。(摘要刊於國科會年報)(1964) 215
10.Studies on the physiologic races of the rice blast fungus, *Piricularia oryzae* Cav, TARI. Bull. No.26:1-45. (1967) 222
11.稻熱病同一病班所得菌株病原性之研究。農業研究 17(1):22-29。(摘要刊於國科會年報)(1968) 266
12.長粒型秈稻異常發生穗稻熱病之調查及其病原菌生理型之研究。中華農業研究 24(3.4):23-31。(1975) 274
13.稻熱病對水稻產量損失估計。植物保護學會會刊 18(2):79-90。(1976) ... 285
14.露期對稻熱病發病之影響。中華農業研究 33(1):59-64。(1984) 297

二、菌核性病害

15.稻菌核性病害之研究。第一報. 施肥、品種對于菌核性病害之關係。農業研究 10(2):40-47。(陳其昌,黃添福共著)(1961) 303
16.Physiologic races of *Pellicularia sasakii* in Taiwan. Agric. Res. 12(2):1-6. (S. C. Jong 共著)(1963) 311
17.稻菌核性病害之研究。第二報. 稻齡與發病,發病與產量之關係。 植物保護學會會刊 5(3):340-350。(陳其昌,黃添福共著)(1963) 317
18.稻小粒菌核病之研究。 I. 稻小粒菌核病之侵染與稻齡及品種之關係及其有效防治藥劑之研究。中華農業研究 26(1):57-63。(1977) 328
19.稻小粒菌核病之研究。 Ⅱ.田土中菌核之密度及不同水份潛勢對病菌生長之影響。中華農業研究 32(3):279-285。(曾方明,謝麗娟共著)(1983) 335

三、其他真菌性病害

20.稻苗立枯病之初步觀察。農業研究 20(4):47-52。(洪雲卿共著)(1971) ... 342
21.水稻秧苗立枯病病因之研究。研究彙報 32:1-16。(朱啓魯共著)(1975) ... 348
22.稻葉鞘腐敗病之研究及其對不稔症發生關係。植物保護學會會刊 22(1):31-39 (1980) 364

23.稻品種與株齡對葉鞘腐敗病之感染性。中華農業研究 31(2):155-161。(曾方明共著)(1982) 373

四、細菌性病害

24.稻白葉枯病之研究。Ⅰ.接種方法之檢討及稻品種抗病性測定。農業研究 19(1):46-50。(洪雲卿共著)(1970) 380
25.本省稻白葉枯病菌病原群之研究。Ⅰ.判別品種之探討。中華農業研究 38(2):216-228。(謝麗娟共著) (1989) 385
26.台灣水稻新病害－稻細菌性穀枯病。中華農業研究 32(4):360-366。(張義璋、廖英明、歐世璜共著) (1983) 398
27.水稻不同齡期及品種對稻細菌性穀枯病菌之感病性。中華農業研究 36(3):302-310。(張義璋共著)(1987) 405

臺灣省政府農林廳徐副廳長茂樟致詞

兩位主持人、各位稻作病害專家：

今天非常高興來參與稻作病害研討會，這個研討會爲配合農業試驗所建所九十五週年紀念的學術活動，由農試所、中華植物保護學會及中華民國植物病理學會等三個單位共同籌辦。農林廳孫廳長因參加首長會談，無法分身，特別由我代表孫廳長前來跟各位見面。

過去幾十年來，我曾追隨各位先進，從事部份稻作病害工作。在工作中，深深體認到民以食爲天的眞諦，亞洲地區民衆大多以米飯爲主食，因此水稻的重要性不喩可知。第二次世界大戰結束，臺灣光復初期，本省糧食極端不足，政府以稻米增產爲農業發展重點。稻米增產過程中，首先是農地迅速復耕，從民國三十五年到四十年的五年期間，稻田由五十六萬公頃增爲七十九萬公頃，但因水稻產能低落，糧食尙嚴重不足。增產的第二階段是提高水稻產能，經各方面努力，水稻產能不斷增加，民國四十年代國民有得吃，五十年代人人吃得飽，到了六十年代稻米生產已經有大量剩餘。

在提昇水稻產能的過程中，除改善水利及肥料配給等行政措施外，稻作相關研究成果不斷突破，更是功不可沒。本省地處亞熱帶，高溫多濕的海島型氣候，水稻非常容易發生病蟲害。幸好我們的專家對稻作病害的研究都非常深入，這些研究成果一方面直接推廣到田間防治工作上；另一方面提供資料給農藝人員，並協助培育抗病品種。本省稻作雖曾爆發流行病及數次突發性病害，但我們的專家都能給予有效控制，不致釀成鉅災。因此，稻米增產的工作上，稻作病害研究技術人員所扮演的角色，非常重要。

本省稻作病害研究的範疇又廣又深，病原方面涵蓋了眞菌、細菌、線蟲以及病毒病害，研究項目包括病原的生理、生態、流行學、發生預測、生理小種、抗病育種以及防治方法等。這些研究都相當透澈，在國際上已受肯定，研究報告常被國外研究人員引用參考。本省稻作病害工作有今天的成就，我要特別推崇三位前輩：第一位是歐世璜博士，他領導我們建立本省植物病害研究及防治推廣工作的基礎；接著是在座的邱人璋博士，邱博士繼續領導本省病害研究，稻作病害研究的學術地位因而一直提昇；第三位是簡錦忠博士，簡博士從事稻作病害研究長達五十年，在農試所亦有四十五年之久，他對水稻各種病害均很有研究，發表論文報告一百五十餘篇，尤其對本省稻熱病病原菌生理小種研究的成果，提供抗病育種工作最佳的參考資料，目前本省新命名推廣的水稻品種大多具有抗稻熱病基因，簡博士的貢獻最大。雖然簡博士將從明年元月起屆齡退休，不過在前輩的領導下，在座已有多位優秀的後繼者，希望我們能循著前輩們的脚步，繼續爲

病理界建立更深厚的基礎，提昇更高的學術地位，解決實際問題，造福國人。尤其希望邱老師及簡博士能繼續指導，提攜後進。

最後敬祝大會圓滿成功，各位身體健康，事業成功，謝謝。

行政院農業委員會高技正清文致詞

徐副廳長、杜所長、各位師長、各位貴賓、簡博士、各位女士 、各位先生：

今天因為余主任委員、古處長及陳科長均另有要公，無法前來參加這個盛會，小弟謹代表農委會在此講幾句話。

這次『稻作病害』研討會的舉辦，一方面為了慶祝農業試驗所建所九十五週年紀念，另一方面歡送簡錦忠博士榮退。簡博士服務農業界五十年，在農業試驗所亦達四十五年之久，這幾十年中，一直奉獻於稻作病害之研究，未曾稍離其研究崗位，其堅毅的研究精神，甚值得吾人欽佩。所以本次『稻作病害』研討會，所代表的意義顯得特別重大。

水稻為本省最重要的糧食作物，以往每年栽培面積均在七十萬公頃以上，最高達七十九萬餘公頃。因為單位面積產量顯著提高，以及國人稻米消費量降低，民國六十年代後期發生稻米生產過剩，倉容不足。民國七十年代初期，政府實行稻田轉作制度，促使稻米產銷趨向平衡，水稻栽培面積已減少到目前的五十萬公頃上下。其栽培面積，仍然是本省所有作物中最廣的。因此，稻作病害的重要性是不言而喻。

本省光復時，因糧食不足，政府鼓勵稻米生產。各方面配合努力下，稻米產量逐年增加，農民生活得以改善，社會經濟漸趨繁榮。整個發展過程中，在座的水稻病蟲害工作人員備嘗辛苦，各位均站在第一線，教育農民認識病蟲害，並指導他們做好防治工作。另外，水稻保護工作更率先其它作物，建立預警系統，適時發佈警報，讓農民能經濟有效地防治病蟲害。這幾十年來水稻栽培上，雖曾發生數次突發性病害，但均能很快找到病因及防治法，而未出現重大問題，這是農政單位最感到欣慰的一件事。我謹代表農委會向各位水稻病蟲害工作同仁致最大謝意，尤其感謝簡博士五十年來對稻作病害的奉獻。

很感謝農業試驗所、中華植物保護學會及中華民國植物病理學會，籌辦本次研討會，希望藉著大家的討論，能夠擬訂今後稻作病害的研究方向。敬祝研討會圓滿成功，各位身體健康，精神愉快，謝謝。

臺灣省政府農林廳植物保護科范科長國洋致詞

兩位主持人、副廳長、各位師長、各位貴賓、各位同仁：

今天有機會在稻作病害研討會中講話，感到非常的榮幸。稻米是國人賴以維生的主食，近年來經濟快速成長，社會結構急遽改變，加以食品多樣化的結果，降低了一般人對稻米生產重要性體認。到目前爲止，臺灣稻米消費量仍佔米麵總消費量70%；稻米生產面積47.7萬公頃，佔農作物總種植面積118.4萬公頃的40%；稻作農戶數有 47萬戶，佔總農家數73萬戶的65%。由上面資料可見稻米生產對臺灣經濟之重要性。

長期以來政府對稻米產業投資至爲重視，對稻農照顧亦不遺餘力，早於民國五十四年起，政府每年投資在稻作病蟲害之研究與推廣經費即達千萬元。近年來隨著產業結構調整，推行轉作政策，雖金額略有減少，但本(80)年度仍有八千萬元左右，近年來在各位努力下，不論研究與推廣工作，都有輝煌成就，使稻作病蟲害損失減至最輕程度。

稻熱病以往是本省稻作最嚴重病害，每年引起的損失佔稻米產量 5%左右。由於抗病育種成功，並瞭解氣候因子與發病之正確關係，發展出長短期發生預測模式，提供稻農施藥操作參考，而使藥劑防治更爲經濟有效。紋枯病爲本省稻作風土病，每期稻作在分蘗盛期開始發生，經研究適時防治可有效抑制本病蔓延。水稻病毒病害在本省曾一度猖獗蔓延，經研究瞭解媒介昆蟲種類與傳播途徑及生態，經實施大面積空中施藥結果，這類病害已幾近絕跡。

近年來稻作所栽培之品系，大都爲秈稻與稉稻所育成高產量中間品種。由於這類品種對白葉枯病不具抗病性，而使白葉枯病發生面積逐年增加。過去雖推廣有預防性藥劑且效果不錯，但農民認爲價格太貴，心存僥倖，多不願事前施藥預防，一旦發病又束手無策。這幾年在積極開發下，已找出效果良好的治療藥劑，將可減輕本病引起之損失。由於水稻爲大宗作物，使用藥劑防治終非良策，希望在各位專家共同努力下，能早日育出抗白葉枯病品種，徹底解決白葉枯病問題。

今天的研討會除了整合過去的研究成果，作爲未來稻作病害研究的重要參考文獻外，並藉此機會歡送農試所稻作病害專家簡錦忠博士屆齡榮退。簡博士從事稻作病害研究工作垂五十年，平時蹈蹈實實的做事，誠誠懇懇待人，誠令人敬佩。希望簡博士以其豐富的學識及經驗能退而不休，繼續指導我們。

最後敬祝大會圓滿成功，各位身體健康，事業成功，謝謝。

中華植物保護學會杜理事長金池致歡迎詞

各位長官、各位貴賓、各位女士、各位先生，大家好！

本人謹代表中華植物保護學會及農業試驗所歡迎各位前來參加『稻作病害』研討會。

本省因爲稻品種、水利、肥培管理及病蟲害防治等不斷研究改良，水稻產能比光復初期提高二倍半以上，成果極爲輝煌。近年來因國人消費型態改變，致使稻米生產過剩。政府自民國六十七年起輔導稻田轉作雜糧，至七十二年水稻栽培面積約減少17%。民國七十三年起推動『稻米生產及稻田轉作六年計畫』，水稻栽培面積再減少約22%左右，稻米產銷已趨平衡。儘管如此，民國七十八年水稻栽培面積尙達四十七萬五千餘公頃，仍然凌駕各種作物之上。本省每年因稻作病害引起之稻米產量損失恆在10%左右，所以稻作病害並未因稻田轉作措施而降低其重要性。

本省稻作病害，除了一些經常性發生的風土病及發病輕重起伏較大的流行病以外，亦會因氣象異常、品種更替或耕作方式變動，而常有突發性的病害發生。民國六十年發生箱育秧苗立枯病，六十三年發生急性萎凋型白葉枯病，及七十一年的細菌性穀枯病，都是很好的例子。這些突發性的病害，幸賴各位學者專家通力合作下，均能適時找出問題，設法解決。

本省稻作病害防治的發展過程中有三項事蹟，很值得提出說明。第一、防治藥劑之變遷：早期稻作病害的防治均仰賴藥劑，最早使用的藥劑，譬如有機汞劑防治稻熱病，深受農民歡迎，利用有機砷劑防治紋枯病，也得到很好的效果。但是時代變遷，如今有機汞劑由於殘毒的問題，已經被禁用。現在系統性的官能殺菌劑，有效而殘毒少，普受農民歡迎。第二、抗病品種的培育：由於農藝育種人員與病害工作人員共同努力的結果，目前命名推廣的水稻品種幾乎都具有抗稻熱病的特性，農民亦曉得種植抗病或耐病品種的重要性。第三、稻作病蟲害預警網路的設立：自民國五十五年起，農林廳首創在全省設立稻作病蟲害預警網路，使農友能早期防治病害，把握防治時機，收到經濟用藥立竿見影的效果。這三項優越工作的成就，配合屢次成功的研討會，譬如在民國五十八年九月份及六十六年五月份，連續召開兩次大型的稻作病害研討會。由於兩次研討會的成功，引導我們二十幾年來成功的稻作病害研究方向，使我們今天能有如此豐碩內容的研討會。

今天要研討的內容很多。例如，近年來資訊科技的發達，稻作病害預警網路的設立，已經邁入電腦化，本次研討會就有兩篇報告關於利用現代化資訊實行預警網路的方法

。在水稻細菌性病害方面，白葉枯病在最近幾年已漸趨嚴重，而且細菌性穀枯病自民國七十一年被發現以來，每年都普遍發生。另外，在毒素病或菌質病方面，早期黃葉病、黃萎病、草狀矮化病、縞葉枯病及萎凋矮化病等均曾流行大發生過，近年來發現的皺縮矮化病，則具有大發生的潛在性，今天亦有未雨綢繆的報告。

今天藉著研討會的機會，一方面檢討這十幾年，我們做了甚麼，另一方面，我們會聚一堂，希望能共同擬訂今後應當加强的工作方向。今天的研討會主要配合在座簡錦忠博士的退休，簡博士在農業界服務四十九年六個月，在農業試驗所服務四十四年四個月，將在今年年底退休。簡博士一生從事稻作病害研究，其成就是有目共睹。他的成就，引領本省稻作病害研究向前邁進，使本省稻作病害研究在全世界學術地位上能佔有一席之地，並且解決了實際問題。我們以今天的研討會向簡博士道別，感謝其四十幾年來對稻作病害研究的貢獻。希望簡博士能以其豐碩的研究經驗，繼續與我們保持聯繫。

在此，我要代表農業試驗所及中華植物保護學會，特別感謝農林廳給予本次研討會的經費補助以及各方面的幫助。最後，敬祝大會成功，各位身體健康，事事如意，謝謝。

中華民國植物病理學會徐理事長世典致歡迎詞

徐副廳長、杜所長、范科長、高技正、簡博士、各位貴賓、各位女士、各位先生：

中華民國植物病理學會與中華植物保護學會為了慶祝農業試驗所建所九十五週年紀念，由農林廳補助經費，上週舉辦土壤病原生態與防治的研討會，今天再度合辦稻作病害研討會，承蒙各位來賓蒞臨參與盛會，我謹代表中華民國植物病理學會向各位致最誠摯的歡迎與感謝。

稻作病害之重要性，剛剛有幾位都已談過，不再重覆。本省以稻作病害的研究最早，研究也最多。我們從單一作物來看，水稻亦是研究得最詳細的一種作物。雖然近年來由於農業政策實施稻田轉作，水稻栽培面積已漸減少，不過仍然是國內最大宗的農作物，所以稻作病害問題仍不能忽視。過去我們在稻作病害的研究成果豐碩，表現傑出，已解決很多水稻的病害問題，當然有些問題仍待解決，也有許多新的問題會產生，今天邀請多位水稻病害專家在此做專題演講，我相信在演講與討論中，對今後稻作病害研究方向會有更具體的認識。藉這個機會感謝各位主講人能夠在百忙中抽空演講。

剛剛幾位也談到舉辦稻作病害研討會的另一個意義，就是藉這個機會向水稻病害研究的前輩簡錦忠博士即將榮退致意。簡博士服務公職五十年，主要研究稻作病害，解決水稻病害問題，不僅對稻熱病研究透澈，對其它水稻病害亦有相當的研究，其成就是有目共睹。我們希望簡博士退休後仍能與植保界保持聯繫，提供高見。謹祝他身體健康，萬事如意。最後我祝大會圓滿成功，各位女士各位先生身心愉快，謝謝。

本省稻作病害研究之回顧與展望

Review and Future Prospects of Research on Rice Diseases in Taiwan

簡 錦 忠*

Chin-Chung Chien

一、本省幾種曾受矚目的稻作病害 --------- 1
二、今後稻作病害研究之我見 ------------- 11
三、參 考 文 獻 ----------------------- 12

一、本省幾種曾受矚目的稻作病害

台灣光復初期，由於第二次世界大戰期間的破壞，農業發展受礙，引起糧食之極端不足。當時政府爲充分供應民食，仍採取各種政策措施，而漸次提高稻米產量。由於各方面包括稻品種改良、栽培法改良、施肥與土壤管理、病蟲害防治及機械化栽培等的充分配合與努力改善的結果，自糧食的極端不足時期，進而達到自給自足，到目前的大量剩餘。隨著人民生活水準的提高，要求食米品質之水準亦日益提昇，稻作病害研究工作之重要性也跟著突顯出來。

因氣候環境頗適合各種病原之繁殖，本省稻作病害種類至目前已有記載者達50餘種之多，而每年因病害的損失，據估計約6%之鉅。台灣光復初期以前並無殺菌劑的使用，直到民國40年才引進谷樂生、西樂生石灰等有機汞劑，用以稻種消毒及防治稻熱病，均有良好的效果。但施用化學藥品防治病害，不但增加生產成本，農民相對的減低收益，因此推廣抗病品種應最具成效，各試驗場所皆以育成抗病蟲品種爲目標，而積極進行中。

新品種育成推廣、栽培管理方式改變、耕作制度更替或氣象異常等，均會改變病原所承受的環境壓力，偶有突發性的流行病出現。現報告本省光復以來稻作病害上幾項受矚目的事蹟，報告中如果有錯誤的地方，請各位隨時提出修正及指導。

稻 熱 病

民國55～77年二十三年間，據農林廳統計報告，全省於23年間第一期作平均葉

* 台灣省農業試驗所 植物病理系

稻熱病發生面積34,269公頃，穗稻熱病26,400公頃，第二期作(55-76年) 葉稻熱病5,632公頃，比第一期作少28,637公頃，穗稻熱病3,500公頃，比第一期少22,900公頃。可知第一期的葉、穗稻熱病皆比第二期的發生面積爲普遍且嚴重。在此23年間有兩次大發生的記錄，即55年第一期葉稻熱病發生面積達66,633公頃，佔同期作稻栽培面積的19.61%，穗稻熱病71,124公頃，佔20.93% 及 62年第一期作葉稻熱病66,690公頃，佔20.56%，穗稻熱病65,098公頃，佔20.07%。這兩年的發生面積達稻栽植面積的20%以上，由此可知其發生危害的程度。55年第一期作主要栽培稻品種，達1萬公頃以上者，稉稻有嘉南8號(46,407公頃) 、台南1號(25,867公頃)、新竹56號(22,737公頃)、台中65號(16,547公頃)、嘉農242號(14,884公頃)及高雄 53號(12,471公頃)等六個品種。秈稻有台中在來1號(55,592公頃)、台中秈2號(15,399公頃)及矮脚尖(11,556公頃)等三個品種。62年第一期作，稉稻有台南5號(126,835公頃)、新竹56號(22,594公頃)、嘉南8號(13,165公頃)及高雄選 1號(11,349公頃)等四個品種。秈稻僅台中在來1號(28,040公頃)及台中秈2號(17,317公頃)等兩個品種。其次發生危害嚴重年度爲64及68年，64年第一期作葉稻熱病發生面積爲57,764公頃，佔同期作栽培面積的16.13%，穗稻熱病57,010公頃，佔15.92%。68年第一期作葉稻熱病54,109公頃，佔15.97%，穗稻熱病28,844公頃，佔8.51% 。這大發生年度，其主要原因係受氣候因素之關係。即稻分蘗期中，遇著長期的梅雨，雖有有效的有機汞劑(主要爲西樂生石灰)，因每天下雨而無施藥的機會，失去適期防治，以及缺乏散佈器材，很多農民用沙布包西樂生石灰用竹(木)棒，打落藥劑來防治。

如上述本省稻熱病主要於第一期作危害，但也有第二期作大發生穗稻熱病的年份 。即於民國63年第二期作，由嘉義分所育成的長粒型秈稻 ，嘉農秈選8號(自IR 661-1-140-3系統分離)、和嘉農秈11號(IR 8與IR 9-60雜交)兩品種 ，對葉稻熱病及褐飛蝨之抗力極佳，是近年來育成品種中最爲成功之稻品種。同年第二期作推廣於台南、嘉義、雲林及南投等縣。在生育初期僅發生急性萎凋型白葉枯病外，葉稻熱病皆無發生，但在抽穗後異常發生穗稻熱病 。當時調查結果(表一)，嘉農秈選8號之栽培面積1,702公頃中，受害者高達74.8%，而嘉農秈11號4,270.3公頃中發生面積爲29.0%，由此可知其嚴重性。這次兩品種發生穗稻熱病之特性，在被害穗之葉舌部位，據田間調查，約90%以上皆受病原菌之侵害(所謂葉舌稻熱病)，而引起穗稻熱病之發生，對產量之損失頗大。

欲防治作物病害，栽植抗病品種爲最經濟且有效方法之一。因此本省各試驗場所皆將抗病育種列爲主要育種目標之一。抗稻熱病育種工作始自民國39年，起初抗病性之檢定係由各場所各自辦理，並無統一之檢定標準，所得結果亦難以比較，因此自45年起在農復會之資助及張德慈博士領導下，在主要發生地區設置統一病圃五

處(台北、台中、高雄、台東等各場及嘉義分所)。54～62年間因故停辦此項工作多年。63年在各場所要求下，恢復設置，在71年以後只設嘉義及關山等兩處。目前檢

表一　民國六十三年第二期作秈稻穗稻熱病發生面積

縣別	品　種	栽培面積	穗稻熱病發生面積(公頃)				發生面積率
			輕*	中	重	計	(%)
雲林	嘉農秈選8 號	1,080.0	538.0	271.0	189.0	998.0	92.4
	嘉農秈 11 號	1,382.1	505.0	50.0	29.3	584.3	41.6
嘉義	嘉農秈選8 號	349.0	60.4	39.7	17.3	118.0	33.8
	嘉農秈 11 號	1,314.2	118.5	27.8	10.4	156.7	11.9
台南	嘉農秈選8 號	80.0	6.0	10.0	8.0	24.0	30.0
	嘉農秈 11 號	643.0	47.0	35.0	16.2	98.2	15.3
南投	嘉農秈選8 號	193.0	26.6	47.2	59.8	133.6	69.2
	嘉農秈 11 號	940.0	68.6	133.3	195.2	397.1	42.2
計	嘉農秈選8 號	1,702.0	631.0	367.9	274.7	1,273.6	74.8
	嘉農秈 11 號	4,270.3	739.1	246.1	251.1	1,236.3	29.0

* 輕＝5%以下，中＝5.1-20%，重＝20.1%以上

定稻熱病之外，已擴展檢定耐稻紋枯病、抗白葉枯病、抗縞葉枯病等檢定工作並將結果列為新品種命名推廣之重要參考資料。歷年來在有關機關人員之協力合作之下，對本省水稻抗病育種工作之推展頗具貢獻。

台灣稻熱病之生理分化問題，最初於民國41年由橋岡氏提出，氏於民國23～27年在本省七個場所(農試所、台北、新竹、台中、台南、高雄、花蓮等場所)，測定8 個稻品種，每年按稻不同生育時期，對葉、穗及節稻熱病之抗病程度，逐一加以分析，其結果在不同區域中，品種間抗病性之強弱，雖略有差異，惟大體言之，其差異之程度並不太大，但在不同季節及栽培情形之下，抗稻熱病之特性，恆有一定不變，其原因頗複雜，似有病原菌生理小種之存在，能夠誘致抗病性發生變異，應重視此問題。52年中央研究院郭宗德博士等報告，用9 種稻判別品種，供試55個菌株，得到五種病原性不同之生理小種，後就無更進一步之報告。該院吳信淦博士等(民國68年)，曾於64～66年間利用8 個國際判別品種，測定本省稻熱病菌生理小種及分布，結果供試3,562菌株中，屬II-1及IG-2各佔約45%，次要為 IH-1，IF-2，

IF-4及IG-1其出現頻度在1-2%。台灣省農業試驗所從民國46年開始從事此項研究工作，因限於設備，研究工作進展頗爲緩慢，幸於47年承農復會補助建蓋溫室一座，研究工作乃得順利進行。第一年研究結果，認爲台灣稻熱病菌確實具有生理小種之存在，而50年發表於本所發刊〝農業研究〞(10(1)：27-34)上，恰好美、日亦從事此項研究工作，由美國農部的Atkins, J.G.及 Letterell, F.M.兩位來台瞭解本

表二：台灣稻熱病菌生理之類別

生理群 / 判別稻種	P (7)*	I (35)	J (5)	T (19)	K (7)	N (4)	A (1)
崑山五香粳	S**		S	S	S		
台中 65	S			S			
稗稈稻	S						
台中 171	S						
嘉農 242	S						
光復 1	S						
嘉農育 280	S						
台中系比 33	S						
關東 51			S				
農林 21			S				
Sensho			S				
Cutsugulcul			S				
Natala	S		S	S		S	
高脚柳州		S					
高雄大粒清油		S					
台中低脚烏尖		S					

*＝生理小種數，**＝S：感病性反應

省的研究工作情形，而提出合作研究計畫，遂自53年7月至56年6月三年間的國際合作研究工作，合作期間中，常承農復會邱人璋博士的協助很多，在此再次表示謝意。到目前爲止，本省稻熱病菌可類別七群(groups)，包括78個生理小種(races)。即A群(1)、N群(4)、K群(7)、T群(19)、J群(5)、I群(35)及P群(7)等(表二)，而各地域的生理小種之出現頻度亦略有差異。本研究工作在本所於66年遷移來萬豐現址時，曾停辦約10年，於76年台農70號發生稻熱病後，重新認爲有加强稻熱病菌生理型研究之重要性，並自78年開始再繼續進行。

稻黃葉病

民國49年第二期作屏東地區水稻發生原因不明的病害，發病面積達13,772公頃，嚴重者達廢耕之程度，輕者減產很多。此種病害多發生於水稻分蘗初期～盛期，其主要病徵爲葉片枯黃、捲縮、葉面出現銹色斑點、分蘗數減少、根部有的腐敗或變黑現象。因該病害過去尚未發現，但該期作突然發生，且造成嚴重損失。由農林廳召集邀請稻作生理、土壤、植物病理等有關人員，一齊前往勘查該病害起因，參加人員未有一致看法，當中土壤專家多認爲稻田在積水狀況下，土壤中有機物遇高溫迅速分解，使土壤氧化電位低落，是爲引起此病害最可能之原因。此後張守敬教授認爲宜蘭地區和屏東地區發生的病害，均係一種生理性病害，統一稱爲"窒息病"。該病於50年擴展到高雄、雲林、彰化等地區，51年新增發病到台南、台中、台東及花蓮等地區，發病面積達24,713公頃，惟最初發病地之屏東，於50年之發生面積反而略減少，51年再減少至2,000餘公頃。50年農復會補助高雄區農業改良場在屏東地區，針對窒息病進行多項示範試驗，處理包括晒田、築高畦、增加排水次數、減施氮肥、增施磷肥等，目的在於增進土壤之氧化。這類示範性試驗於許多處所同時進行，而所得結果多與預期者不相符合。

農復會邱人璋博士於50年秋自美返台，對此病害問題極其重視。而著手研究，並於51年11月即獲得結果，認爲係水稻毒素危害的一種新病害，稱爲〝黃葉病〞。由於邱博士等發現此新毒素病害，證明由黑尾浮塵子、僞黑尾浮塵子與台灣黑尾浮塵子這三種浮塵子爲媒介昆蟲，爾後進行空中施藥，消滅媒介昆蟲，始能夠抑制此病害之危害，挽救了本省的稻作生產，無論對學術上或對植物病理研究上之貢獻鉅大。

箱育秧苗立枯病

由於台灣農村勞工短缺，稻作栽培要求節省勞力，進而農業機械化。自利用動力揷秧機代替人工揷秧以來，廣泛爲農民接受，係本省稻作栽培技術上的一大進步。不過該機所用秧苗需於育苗箱中育苗，與傳統之水秧田者完全不同。因而對兩種

迴然不同之環境，其病害之發生種類、危害程度差異亦大。為配合插秧機之需要，本省於58年羅東分場在宜蘭縣三星鄉建造第一座電熱育苗室，因電熱爐所發生的熱量不足，嚴重影響進度。59年緊急改為蒸氣鍋爐，藉蒸氣管之熱氣通入育苗室中加溫，比用電熱爐之效果較佳，且節省電力費用。因為育苗室投資較大，供苗面積又小，故漸改善育苗技術，變成目前輔導設置之大型專業化育苗中心。

民國60年第一期作在本省中部(花壇鄉)示範育苗時，導致幼苗立枯病症之大發生，爾後每年第一期作皆有發生。嚴重時由於幼苗之損失，需播種更多的秧苗以補充之，或因而延遲插秧時期，對栽植水稻作業影響很大。該病害在本省係一種新的病害，因此其病因均欠明瞭。自各地採集被害秧苗經分離鑑定結果，所得菌類中以*Fusarium*菌最多，其species可類別為*F. moniliforme*；*F. oxysporum*；*F. solani*等。其中以*F. oxysporum*之出現頻度最高，分佈於新竹、台中、嘉義及屏東等各地區，*F. moniliforme*自羅東及台中地區所獲，*F. solani* 僅於嘉義地區所獲，其他地區尚未出現。*Curvularia lunata* 之分佈最廣，在五個地區皆可採到，以嘉義地區最多。*Corticium rolfsii* 分佈於羅東、新竹及台中，其危害程度在田間觀察最為嚴重。*Sclerotium hydrophilum*僅於嘉義及屏東兩地區所得，而其頻度並不高。*Rhizoctonia solani*僅於台中地區獲得。*Pythium* 菌於新竹、台中及嘉義等三個地區所獲，但於各地區的頻度並不高。*Monilia* 菌在嘉義地區出現(表三)。另自稻種子(台南5號)上附著菌類 ，亦有 *Fusarium*，*Curvularia*，*Monilia*，*Alternaria*，*Cochliobolus*，*Brachysporium*，*Penicillium*，*Pyricularia*及*Aspergillus*等屬菌類(表四)。又根據國內外之報告，引起稻秧苗立枯病的病原菌種類頗多(表五)，傳

表三：自各地所得秧苗立枯病菌及其分佈(1973)

菌　　名	羅東	新竹	台中	嘉義	屏東	計
Fusarium moniliforme	9		3			12
F. oxysporum		7	6	6	12	31
F. solani				7		7
Fusarium sp.			9	2		11
Curvularia lunata	4	1	8	31	6	50
Corticium rolfsii	5	1	3			9
Sclerotium hydrophilum				1	2	3
Rhizoctonia solani			4			4
Pythium sp.		1	2	1		4
Monilia sp.				1		1
不　明		1	1	2	1	5

表四：附著稻種子上之菌類調查　(1975)

菌　名	頻度	菌　名	頻度
Fusarium	25	*Pyricularia*	4
Curvularia	21	*Alternaria*	2
Monilia	8	*Aspergillus*	2
Cochliobolus	7	mycelial growth only	18
Brachysporium	7		
Penicillium	5	Bacteria	16

註：台南5號

表五：引起稻秧苗立枯病之病原菌

菌　名	著　者
Aspergillus sp.	吉村(1976)
Cochliobolus miyabenus	柚木(1973)，黃(1975)，吉村(1976)
Corticium rolfsii	齊藤(1971)，簡(1973)，柚木(1973)，吉村(1976)
Curvularia lunata	簡(1973)
Fusarium sp.	陳(1956)，青柳(1959)，井上、吉村(1972)，中田、柚木、簡(1973)
Gibberella fujikuroi	柚木(1973)，吉村(1976)
Monilia sp.	簡(1973)
Mucor sp.	吉村(1976)，茨木(1976)
Penicillium sp.	黃(1975)，吉村(1976)
Pyricularia oryzae	吉村(1972)，柚木(1973)
Pythium sp.	青柳(1959)，井上(1972)，吉村(1972)，中田(1973)，簡(1973)
Rhizoctonia sp.	陳(1956)，井上(1972)，柚木(1973)，簡(1973)，吉村(1976)
Rhizopus sp.	茨木(1973)，柚木(1973)，佐藤(1974)，吉村(1976)
Sclerotium hydrophilum	簡(1973)
Trichoderma sp.	茨木(1974)，西岡(1975)，吉村(1976)
Pseudomonas sp.	植松等(1976)

染源之來源及傳染方式有：1.附著或寄生於稻種上的菌類，例如*Gibberella fujikuroi*，*Pyricularia oryzae*，*Cochliobolus miyabenus* 等，於種子發芽時侵入危害。2.土壤中的菌類，例如*Fusarium*，*Pythium*及*Rhizoctonia*等，其中*Fusarium*之影響最大，於稻種發芽至幼苗*1～3*葉期，最容易引起萎凋枯死。此等菌類自土壤中或種子，均有可能感染秧苗而發生，可知其複雜性，同時各地域的土壤種類之不同，或前期作物之不同，其菌類及密度亦不相同。特別在低溫秧苗生長緩慢垂弱時最容易受害，因而延誤插秧時期，影響稻米之生產至鉅。

爲解決秧苗立枯病之防治，經多次研究結果，證明該病害可施用立枯靈(Tachigaren)有效的抑制其發生，當時應用緊急措施辦法，自國外進口，進而推廣供給全省育苗中心使用，成效至爲顯著。對推行農業機械化(插秧機)，解決農村勞力不足，增加稻米之生產有極大的幫助。

稻白葉枯病

本病害在台灣最初記載於〝台灣農家便覽〞(1944,p.997)，過去發生不多，並不引起大家之重視，但於民國63年第二期作，推廣嘉農秈選8 號及11號時，在嘉南地區大發生急性萎凋型(Kresek)病徵的白葉枯病，急性萎凋型在印尼曾被發現，爲害插秧不久之幼苗(1～3週)，爲一系統性感染，在短期間內即全苗枯死，近地際部腐爛。翌年這品種因受此病害之危害，就不再繼續推廣，此病徵型也不復出現。典型白葉枯病至民國74年第二期作大發生，病徵爲葉片呈條狀波浪形病斑，全省發生面積達四萬餘公頃，爾後每年皆大發生，原來被認爲係第二期作的病害，但這1～2年來第一期作也有發生，對稻米質及產量之影響頗大。本省對本病害之研究資料尚不多。

表六：對本省20個白葉枯病菌菌株不同反應之五個品種群

群別	品種名稱
第一群	台農61、67、68號，光復401號，嘉農242號，嘉農秈11號，高脚柳州，台中低脚烏尖。
第二群	台農70號，新竹56號，台中189、65、171號，高雄141號，嘉南8號，台東27號，台中在來1號，烏粒，青心仔，赤殼，新竹矮脚尖，低脚烏尖，高雄大粒清油。
第三群	台北309號，台北311號，台中178號，高雄139號，崑山五香粳，台中秈3、10號，Natala，烏尖2號，Cutsugulcul，桃園硬尾。
第四群	新竹64號，光復1號，稗稃稻，台南5、6號，台中186號，高雄秈1、7號，Tetep，台中秈16、17號。
第五群	台南秈15號，台農秈12、18、19號，嘉農秈6號。

民國58年檢討本病害之接種方法，供試70個稻品種，測定浸水接種法與針刺接種法，兩種接種法所得結果，差異並不顯著，因此浸水接種法對於稻幼苗期行大批品種或品系測定抗病程度時，實爲可行之方法。另於民國71年由全省各地區採集稻白葉枯病菌菌株，接種於日本及菲律賓的判別稻種各五品種，證明台灣的菌株，確實具有不同病原型(或生理型)之存在。根據以往國外之報告，稻白葉枯病菌之病原型頗具有地域性，因此各地域均需有一套適用當地的判別體系，爲此搜集本省稉（24種）、秈(26種)稻計50品種，經人工接種不同菌株結果，按其致病性反應，可類別出五個稻品種群(表六)，如果自此五個品種群中，各選出一品種作爲本省暫定判別品種，測定本省白葉枯病菌菌株，可區分五個病原型(生理小種)（表七），這五個暫定判別品種是否能作爲本省的判別品種，須待測定更多的菌株，及分析各品種之抗病基因後，方能確定。另供試稉稻(22品種)、秈稻(23品種)計有45個品種，檢討對四個生理小種之致病性，結果無論稉、秈稻約半數以上之品種皆受各生理小種的侵害(表八)。

稻細菌性穀枯病

本病於民國71年第二期作，在中南部的乳熟期水稻穀粒發生一種不明病害。被害穀粒初呈蒼白色漸變爲灰白或淡黃褐色，內外穎先端或基部呈紫褐色，護穎常呈紫褐色至暗紫褐色，穗軸及枝梗則健全而呈綠色；罹病穀多呈不稔，若能稔實，其糙米大多萎縮呈畸形，一部份或全部變爲灰白色，黃褐色或濃褐色，患部與健全部界限明顯。此病害與日本(1955)發生的細菌性病害相同，並依病菌的形態及生理試驗認爲係同一病原細菌(*Pseudomonas glumae*)，此病害在台灣係首次的記載。本病害在本省第二期作比第一期作發病較爲嚴重，全省各地均有發生。稻品種間之感病性程度似有差異，可經由稻種傳播，因此目前機械挿秧所使用的箱式育苗，頗容易感染病害，而會引起秧苗的腐敗症，應重視之。有關本病害之報告，請參閱本集〝稻細菌性穀枯病〞。

藥劑防治

台灣光復當初因糧食不足，稻米增產爲主要政策，而稻作病害的防治亦爲增產手段之一。光復初期以前並無殺菌劑的使用，直到40年才引進〝谷樂生〞、〝西樂生石灰〞等有機汞劑，用以稻種消毒及防治稻熱病，均有良好的效果，當時試驗機構篩選試驗的經費均由農復會補助，防治效果優佳的藥劑，交由農林廳作示範試驗，證實效果後，即推薦給農民使用。49年正式推薦有機汞劑(西樂生石灰及富米農片劑)後，發現有機汞劑雖對稉稻具良好的防治效果，且無藥害，但用於秈稻會引起嚴重的藥害，後因殘毒問題，於61年10月被禁止使用。另由多種殺菌劑中篩選出三苯醋錫可濕性粉劑(Brestan) 對秈稻無藥害，且具防治稻熱病之效果，到目前該

表七：本省5個暫定稻判別品種對稻白葉枯病菌菌株之反應

Variety	race I	II	III	IV	V
Tainung 67	S	S	S	S	S
Tainung 70	S	S	S	S	R
Taichung Sen 10	S	S	S	R	R
Taichung 186	S	S	R	R	R
Tainung Sen 18	S	R	R	R	R
No. isolates(76年)	1(5%)	15(75%)	2(10%)	1(5%)	1(5%)
(77年)	36(39.6%)	51(56.0%)	3(3.3%)	1(1.1)	0

表八：45個品種對稻白葉枯病菌生理小種之反應

品　種	race I	II	III	IV	品　種	race I	II	III	IV
台農61號	S	S	S	S	台中秈3號	S	S	S	S
台農68號	S	S	S	S	台中秈16號	S	S	S	R
新竹56號	S	S	S	R	台中秈17號	S	S	S	R
新竹64號	S	S	R	R	台農秈12號	S	R	R	R
台中178號	S	S	S	S	台農秈19號	S	R	R	R
台中189號	S	S	S	R	嘉農秈6號	S	R	R	R
台南5號	S	R	S	S	嘉農秈11號	S	S	S	R
台南6號	S	R	S	S	高雄秈1號	S	S	S	S
台北309號	S	S	S	S	高雄秈7號	S	S	S	S
台北311號	S	S	S	S	台南秈15號	S	R	R	R
高雄139號	S	S	S	S	台中在來1號	S	S	S	S
高雄141號	S	S	S	S	新竹矮脚尖	S	S	S	S
嘉南8號	S	S	S	S	低脚烏尖	S	S	S	S
台農69號	S	S	S	S	烏尖2號	S	S	S	S
台東27號	S	S	R	S	烏　粒	S	S	S	S
光復401號	S	S	R	S	赤　殻	S	S	S	S
台中171號	S	S	S	S	桃園硬尾	S	S	R	S
嘉農242號	S	S	S	S	青心仔	S	S	S	S
光復1號	S	S	S	S	高雄大粒清油	S	S	S	S
稗稈稻	S	S	S	R	台中低脚烏尖	S	S	S	S
台中65號	S	S	S	S	Cutsugulcul	S	S	S	R
崑山五香粳	S	S	R	S	Natala	S	S	S	S
					高脚柳州	S	S	S	S

藥都用在〝福壽螺〞之驅除，效果極佳。另於56年推薦Blastin(Pentachlorobenzylalcohol, PCBA)可濕性粉劑，此殺菌劑比有機汞劑便宜，效果又佳，頗受歡迎，但PCBA劑會引起第二次藥害。即噴過該劑的水稻收穫後的稻藁，如果作爲堆肥施用於園藝作物(如豆類、瓜類、茄科類等)會引起類似毒素病的徵兆出來，自58年就停止使用。

稻紋枯病防治藥劑篩選試驗，於47年間供試八種殺菌劑(大部份爲有機汞劑)中，證實有機砷劑Tuzet(多穗)(1/3,000)之防治效果最佳。此殺菌劑據說在德國係施用於蘋果上，使果實顏色更鮮亮，提高商品價值，雖對紋枯病防治效果卓著，但很容易引起不稔現象 。曾多次試驗後，如添加生石灰(8/1,000)可減低藥害到最低至無之程度，後經農林廳示範試驗後，49年推薦給農民使用 。當時農民使用3,000倍的農藥很不習慣，引起藥害者常發生。51年推薦 Asozin；52年推薦 Neo Asozin及Mon，對稻米之增產幫助頗大。

二、今後稻作病害研究之我見

本省主要糧食稻米之生產，應確保自給自足，雖目前有大量的剩餘。稻作面積雖因轉作或移用而減少許多，但全省尚有50餘萬公頃之栽培面積，仍居於所有農作物之首位，從事農民亦維持最多數。爲提高農民收益，減低生產成本及災害損失，稻作病害之防治扮演重要之角色。

台灣稻作由於栽培方式之改變，例如直播、再生稻栽培以及機械插秧等省工栽培法及多施用化學肥料等和過去的栽培方式差異很大，因此稻叢密度之不同，其微氣象亦有差異，對病害發生生態有所不同，需探討各種栽培方式與影響病害發生之關係，以免發生問題時措置不及。因防治藥劑之大量施用及栽培環境的變遷，過去重要病害變成爲次要病害，而過去的次要病害變成爲重要病害，例如細菌性病害的白葉枯病、細菌性穀枯病就是。

稻作病害發生程度，主要受自然環境及人爲的誘因所支配，前者主要受氣候、地勢及土質等環境，後者係指品種、施肥及栽培方法等，因此每年之受病害危害程度差異頗不相同。而各種病害對產量之影響如何？有關這方面的參考文獻在本省大部份的病害極其缺乏。又稻的葉部或莖部或其他部位受病原侵害時，由其早期或晚期發生，以及被害程度的不同，其對產量損失之差異頗大，更增加損失估計之困難，但把握正確的估計方法，即可行經濟防治，減少施藥次數或最有效時期的防治，減低生產成本，提高農民收益。

欲防治作物病害最經濟且有效者，應栽植抵抗性品種。過去本省各試驗機構爲此目標而努力，曾育成許多抵抗性强的優良稻種，但推廣後僅能抗病於一時、一地，效果不能持久，短者1～2年，長者3～4年後，即逐次失去抗病性而變爲感病。不

但本省如此，國外亦有此種困擾發生。爲新育成的品種之抗病能力能維持長久，需事先了解本省主要品種或雜交親本的抗病遺傳因子，以及病原菌生理型之種類及其分佈狀況。目前本省稻作病害中，稻熱病菌、白葉枯病菌已知具不同生理型之存在，前者較易變化，後者之研究工作尚正起步階段。過去對病菌生理型之類別，雖有多種方法，但目前皆利用各菌菌株對寄主(稻)之致病反應爲依据。許多學者指出病菌生理型具有地域性，因此各地域均需有一套適用當地域的判別體係。而選定判別品種時，首先要瞭解其抗(感)病基因 ，才能收到事半功倍之效果(應病理和農藝專家合作) 。本省的栽培稻品種中，有稉稻和秈稻兩型混合種植於田間，因此病菌生理型之變化頗複雜，增加研究上的困難。

穗稻熱病之危害可直接影響產量，故其重要性比葉稻熱病高。過去對稻熱病之研究偏重於葉稻熱病，因對穗稻熱病之測試工作上，會遇到(1)各品種之抽穗期很難一致，(2)由不同栽培條件下有的品種不能抽穗，(3)使葉稻熱病不發病，僅使穗稻熱病發生之操作較困難等問題。此種現象不但本省，國外亦有此現象之存在。在本省對葉稻熱病之抗病檢定，已建立了良好的制度，但對穗稻熱病之檢定，現尚靠自然發生，需建立在同一環境之下，用人工接種方法測定各品種(系)之抗病檢定，使提高準確性。

近年來稻作細菌性病害在本省增加危害的趨勢，例如過去發生不多的白葉枯病於63年第二期作大發生急性萎凋型病徵的白葉枯病。往後典型的白葉枯病每年均有發生，且過去認爲第二期作的病害，而近年來在第一期作的危害程度亦相當嚴重，其發生生態在中興大學謝式坪鈺教授正在繼續研究中。但已在全省各地皆有發現的稻細菌性穀枯病，自71年第二期作首次發現，至目前尚有頗多不明瞭之問題，本病爲細菌性病害對米質及產量影響鉅大，有待探討之必要。

稻作栽培地區，第二期作常見稻穗被污染，變色或枯死之現象發生，對產量及米質之影響至鉅，據過去專家之報告，附著稻穗上的菌類多達數十種之多，60年在本省西部初步調查結果，發現20種左右之菌類附著在田間稻種上，這些菌類對稻穀是否有寄生性及其對產量之影響如何？期早日探求之課題。

三、參考文獻

1. 吳信淦、陳昌隆、王玉斌 1979 稻熱病菌小種與稻品種的抗病性。科學發展 7(5)：497～516。
2. 李祿豐 1973 台灣第一期作水稻寒冷地區育苗方法之研究。中華農學會報 新82期：42-49。
3. 邱人璋 1971 水稻黃葉病。邱人璋主編 稻作病害。農復會刊印 155～178。
4. 邱再發 1971 台灣水稻生理病。邱人璋主編 稻作病害。農復會刊印 285～295。

5. 郭宗德、吳旭初、王文浩　1963　台灣稻熱病菌生理分化現象之研究。中研院植物學彙刊　4(1)：23-29。
6. 洪章訓、簡錦忠、林淑媛　1961　稻熱病病原生理型之研究。 農業研究　10(1)：27-34。
7. 張守敬　1960　屏東第二期水稻的生理病。土壤肥料通訊　第112期。
8. 後藤和夫、大畑貫一　1958　稻籾枯性細菌病。日植病報　23(3)：155。
9. 農林廳　1964　水稻抗稻熱病品種檢定試驗成績彙報(民國45年～53年)。農林廳印。
10. 廖英明、簡錦忠　1982　水稻白葉枯病菌病原型之研究。 中華農業研究　31(4)：321～333。
11. 鄭義雄　1980　水稻專業化育苗中心之發展與展望。台灣農業　16(5)：23-30。
12. 謝式坪鈺　1971　稻白葉枯病抗病性檢定 。 邱人璋主編 稻作病害。農復會刊印113～122。
13. 謝式坪鈺　1978　水稻白葉枯病原細菌 *Xanthomonas oryzae*之生態 。邱人璋主編水稻病蟲害：生態學與流行學。農復會刊印　167～184。
14. 蕭榮福、范國洋、陳漢洋、謝忠能、李麗娟　1985　台灣省水稻病蟲害發生預測。P84～106。農林廳編印。
15. 簡錦忠、洪雲卿　1970　稻白葉枯病之研究　1.接種方法之檢討及稻品種抗病性測定。農業研究　19(1)：46-50。
16. 簡錦忠、洪雲卿　1971　稻苗立枯病症之初步觀察。農業研究　20(4)：47-52。
17. 簡錦忠、洪雲卿　1971　水稻「穗枯病症」有關菌類之檢討。台灣農業　7(4)：85-91。
18. 簡錦忠　1974　稻熱病病原菌生理型之研究(1970～1972)。農業研究　23(1)：16-37。
19. 簡錦忠　1975　長粒型秈稻異常發生穗稻熱病之調查及其病菌生理型之研究。中華農業研究　24(3,4)：23-31。
20. 簡錦忠、朱啓魯　1975　水稻秧苗立枯病病因之研究。研究彙報32：1-16。
21. 簡錦忠、張義璋、廖英明、歐世璜　1983　台灣水稻新病害─稻細菌性穀枯病。中華農業研究　32(4)：360～366。
22. 簡錦忠、謝麗娟、張義璋　1989　水稻台農70號對稻熱病抗性之罹病化研究。中華農業研究　38(1)：72-79。
23. 簡錦忠、謝麗娟　1989　本省稻白葉枯病菌病原群之研究　1.判別品種之探討。中華農業研究　38(2)：216～228。
24. Chien,C.C., Lin,S.Y. and Jong,S.C. 1963　Studies on the physiologic race

of *Piricularia oryzae* Cav.(Ⅱ). Agric. Res. 12(3)：29-39。

25. Chien, C.C. 1967 Studies on the physiologic race of the rice blast fungus, *Piricularia oryzae* Cav. TARI. Bull. 26：1-63。
26. Chiu,R.J., Chien,C.C. and Lin,S.Y. 1965 Physiologic race of *Piricularia oryzae* in Taiwan, p.245-255 In the Rice Blast Disease. Proc. Symp. at the Int. Rice Research Inst. July 1963 John Hopkins, Press. Baltrimore.
27. Chiu,R.J., Lo,T.C. Pi,C.T. and Chen,M.H. 1965 Transitory yellowing of rice and its transmission by the leaf-hopper, *Nephotettix apicalis apicalis* (Motsch.). Bot. Bull. Acad. Sinica (Taiwan) 6：1-18。
28. Ezuka, A. and Horino, O. 1974 Classification of rice varieties and *Xanthomonas oryzae* strain on the basis of their differential interactions. Bull. Tokai-kinki. Natl. Agric. Exp. Sta. 27：1-19。
29. Goto, K., Kozaka, T., Yanagida, K., Takahashi, Y., Suzuki, H., Yamada, M., Matsumoto, S., Shindo, K., Atkins, J.G., Robert, A. L. and Adair, C. R. 1967 U.S.－Japan cooperative research on the international pathogenic races of the rice blast fungus, *Piricularia oryzae* Cav., and their international differentials. Ann. Phytopath. Soc. Japan 33 (Extra Issue)：1-87。
30. Hashioka, Y. 1950 Studies on the mechanism of prevalence of the rice blast disease in the tropics. TARI. Tech. Bull. 8：1-237。
31. Hashioka, Y. 1952 Annual and local variation of the varietal resistance of rice to the blast disease. Agric. Res. 3(3)：40-55。
32. Ou, S.H. 1984 Rice diseases. (Second Edition) Commonwealth mycological Institute, U.K.

水稻葉稻熱病發生預測

Prediction of Rice Leaf Blast

蔡 武 雄*

Wu-hsiung Tsai

一、前 言 ------------------------ 15
二、預測程式之建立 --------------------- 15
三、預測程式之形式 --------------------- 16
四、預測程式之應用 --------------------- 17
五、討論與結論 ------------------------ 18
六、參 考 文 獻 ----------------------- 18

一、前 言

本省水稻病蟲害預測源於民國五十年七月，由台南區農業改良場會同區內縣市政府、農會及糧食管理處及有關單位組織植物保護聯繫委員會，在區內七十鄉鎮中選定廿二鄉鎮，各選聘篤農家一名，共廿二名擔任速報員，首先建立水稻病蟲害預測網。後來在農林廳、農復會及各縣市政府有關單位協助下，在全省建立水稻病蟲害預測網，全面推行水稻病蟲害預測工作。從民國七十年開始，由於電腦逐漸普及，於是利用電腦建立葉稻熱病預測模式。本文即報告本省中南部地區葉稻熱病預測模式建立之方法及應用情形，以供研究及使用之參考。

二、預測程式之建立

試驗田設在稻熱病經常發生之臺南縣白河鎮。試驗田分爲四小區，每小區長8 公尺，寬6 公尺。供試水稻品種係代表當年栽培面積最廣之粳稻及秈稻品種，從1976年到1978年種植臺南 5號及嘉農秈 8號，但從1979年開始又推廣臺農67號及臺中秈 3號，故1979～1984 年再增加此兩個品種。行株距爲 22.5公分×22.5公分。施肥量每期作氮肥

* 臺灣省農業試驗所 研究員

120 公斤，分為基肥，兩次追肥及穗肥分施之。在試驗田中央放置 Kramar-collins 胞子採集器，每天採集24小時，每小時採集 4次，每次90秒鐘。其吸氣量每分鐘20公升。胞子採集器吸氣口調整在距離地面80公分高。除外，並設置自記溫濕度計，露水計及雨量計等氣象儀器以記載氣象資料。

葉稻熱病發生以後，每小區隨機固定調查20叢水稻之主分櫱上之 R、M 及 S型病斑數[2]。R 型病斑為小病斑，褐色至黑褐色。M型病斑為圓形或橢圓形，中央灰綠色，邊緣褐色。S型病斑為典型病斑，紡錘形或長條形，中間為灰白色 。另外依農林廳編印之葉稻熱病罹病程度調查基準及基準圖調查病斑面積率[1]。發病調查每3天調查一次，每期作以調查十三次(N= 13)之資料供迴歸分析之用。迴歸分析時首先分析1976～1982 年之資料，以每次調查日期前七天，六天，五天，四天，三天及二天前之氣象累積及分生胞子累積數為自變數，而以所調查20叢之R、M及S型平均病斑數為依變數 。自變數分為兩組，第一組為最高氣溫(X_5)，最低氣溫(X_6) ，平均氣溫(X_7)，氣溫在21-24℃之小時數(X_8)，最高相對濕度(X_9)，最低相對濕度(X_{10})，平均相對濕度(X_{11})，相對濕度90%以上之小時數(X_{12}) ，露水時間(X_{13})，雨量(X_{14})及分生胞子數(X_{15}) 。第二組變數為氣溫在15.1～18.0℃之小時數(X_5)，18.1～21.0℃之小時數(X_6)，21.1～24.0℃之小時數(X_7)，24.1～27.0℃之小時數(X_8) ，相對濕度75.1～85.0%之小時數(X_9)，85.1～90.0%之小時數(X_{10})，90.1～95.0%之小時數(X_{11})，95.0%以上之小時數(X_{12})，露水時間(X_{13})，雨量(X_{14})及分生胞子數(X_{15})[2,3]。

分析後得到許多不同的迴歸方程式，先選出R^2(決定係數)顯著之程式。R^2係採用多變量變方分析法，分離出複迴歸平方和後，再求算其對總平方和之比值定義為R^2。然後再將不同年度或組合之氣象變數代入迴歸方程式而得到預測值，再利用$\sqrt{(Y-\bar{Y})^2/n}$ (Y為實測值，$\bar{Y}$為預測值)來計算平均變異值，每一年之平均變異值低於10%或接近10%者，則認為是可適用之方程式。在所測試之預測病斑數方程式中，以S 型者最為合適，故最後僅取預測S型病斑之方程式。

其次再分析 1979～1984 年臺農67號病斑面積率和每年二月上旬、中旬、下旬及三月上旬以及二月份全月之平均氣溫、平均相對濕度、相對濕度大於90%以上小時數、降雨量和降雨日數之關係(表 8)，以建立預測方程式，並以1985年之氣象變數代入方程式，求得預測值，再比較預測值和實測值[4]。另外亦驗證預測病斑面積率之方程式[9]。

三、預 測 程 式 之 形 式

1.預測大型病斑數之方程式

(1)不含分生胞子數目之方程式

綜合分析所得之方程式(表1，表2)其R^2為0.2123～0.5112，達極顯著。個別分析時(表3)其R^2各為0.8481及0.9132，亦為極顯著 。將所得之13個方程式，利用不

同年度之氣象變數代入預測方程式而得平均變異值(表4)。由表4知除預測方程式12及13在預測1977及1978年時，其平均變異值高於10%以外，其餘平均變異值均在10%以下，故可知利用這些預測方程式之適用性及可靠性甚高。

由表1知七個方程式中，預測臺農67號者有4個，預測臺南5號者有3個。臺農67號分別爲7天，6天，5天及4天之氣象累積，可以預測7天，6天，5天及4天後之S 型病斑數。臺南5號分別爲5天，4天及2天之氣象累積，可預測5天，4天及2天後之S型病斑數。由表2知四個方程式分別預測臺農67號及臺南5號者各爲二個，且均爲 5天及4天之氣象累積，可以預測5天及4天後之 S型病斑數。由表3知氣象變數及發病資料個別分析時得到二個預測臺南 5號之預測方程式，其各爲6天及2天之氣象累積，可以預測6天及2天後之S型病斑數。各預測方程式所含之氣象變數由表1，表2及表3顯示均不相同。

(2)含分生胞子數目之方程式

綜合分析所得之方程式(表5，表6)，由表5知五個方程式中，其中預測臺農67號者有3個，臺南5號者有2個。預測臺農67號之方程式之氣象變數分別爲7天，4天及3天之累積，預測臺南5號之方程式之氣象變數分別爲4天及3天之累積。由表6知五個方程式中，其中預測臺農67號者有3個，氣象變數分別爲5天，4天及3天之累積，預測臺南5號者有2個，分別爲5天及2天之氣象累積。不同方程式所含之氣象變數由表5及表6顯示均不相同，但每個方程式均含分生胞子數。將氣象變數及分生胞子數代入各預測方程式時得到不同年度之 S型病斑數之預測值，並與實測值比較(表7)，兩者甚爲接近。

2.預測病斑面積率之方程式

分析1979～1984年臺農67號之病斑面積率與氣象變數之關係得到六個方程式來預測稻熱病在發病最高峰期之病斑面積率(表9)[4]，並以1985年之氣象變數與病斑面積率數據來驗證此等方程式之準確性，結果顯示各預測值與實測值之數據甚爲接近。在所得到之方程式含有3-4個氣象變數，分別爲平均相對濕度、相對濕度在90%以上之小時數，降雨量及降雨日數，預測方程式中R^2之值爲0.89～0.96。在六個方程式中，四個係由二月中旬之氣象變數組成的，而其餘二個係由二月下旬之氣象變數組成的。

四、預 測 程 式 之 應 用

在預測病斑面積率之方程式中選出 $Y=679.36-8.47X_2+0.35X_4+6.73X_5$，$X_2$ 爲二月中旬之平均相對濕度，X_4爲二月中旬之降雨量，X_5爲二月中旬之降雨日數，Y 爲病斑面積率。當Y值小於11時表示發病輕微，Y值在11-50表示發病中等，Y值在50以上表示發病嚴重。利用本方程式在臺南區農業改良場轄區之雲林縣、嘉義縣市及臺南縣市等十一個預測小區進行實地預測，其結果(表10，11，12)顯示預測發病與實際發病非常一致。

五、討論與結論

本報告先以氣象變數來建立預測方程式[2]，再以氣象變數及分生胞子數目來建立預測方程式[3]，以上之預測方程式均爲預測病斑數。但是因爲在田間計算病斑數費時，而且不同病斑型容易混淆，造成不準確的現象，故再建立以預測病斑面積率爲目標的方程式[4]，其自變數乃以氣象變數爲主，可見氣象因子爲作物病害預測最主要的變數[7]，本方法簡單，執行容易，故三年來預測成果顯著[9]。

影響葉稻熱病發病的主要因子爲水稻品種、水稻插秧期及氣象資料。將來要朝這方面來改進，期待預測程式能考慮到不同的水稻品種，不同的插秧期，並希望所得到氣象資料是非常準確的，如此，預測程式將更加落實。

目前，預測程式不僅能預測葉稻熱病發生的輕、中及重，同時也能估計稻熱病引起之產量損失[5,6]，所以只要將氣象資料輸入電腦，電腦立即顯示要不要噴藥，若要噴藥時，電腦還會顯示噴藥一次，或者需要噴藥兩次[8]。

六、參考文獻

1. 臺灣省政府農林廳　水稻葉稻熱病罹病程度調查基準及基準圖。臺灣省政府農林廳印。21頁。
2. 蔡武雄、蘇鴻基　1984　水稻葉稻熱病預測 Ⅰ.氣象變數與病斑數進展。植保會刊 26：171-180。
3. 蔡武雄、蘇鴻基　1985　水稻葉稻熱病預測 Ⅱ.氣象變數、分生胞子與病斑數進展之關係。中華農業研究 34：71-78。
4. 蔡武雄　1986　水稻葉稻熱病預測 Ⅲ. 氣象變數與病斑面積率之關係　。植保會刊 28：111-117。
5. 蔡武雄　1988　穗稻熱病引起水稻產量損失估計。中華農業研究 37：86-90。
6. 蔡武雄　1988　葉稻熱病引起水稻產量損失估計。中華農業研究 37：207-210。
7. 蔡武雄　1989　氣象與作物病害預測。臺灣地區農業氣象資源應用研討會專輯　P. 307-322。中華民國七十八年四月二十五、二十六日。
8. 蔡武雄　1990　利用電腦預測水稻葉稻熱病。臺灣省農業試驗研究成果展覽會。中華民國七十九年二月二十三至二十八日 臺中市市立文化中心展出。
9. 蔡武雄、黃杉芪　1990　水稻葉稻熱病預測。技術服務雙月刊。臺灣省農業試驗所(刊印中)。

表 1、利用逐步迴歸綜合分析第一組氣象變數之預測方程式

Table 1. Predicting equations obtained from the first group of meteorological variables combined by stepwise regression

代號 No.	氣象變數累積日數 Days of meteorological variables accumulated	預測方程式[1] Predicting equation[1]	水稻品種 Rice cultivar	決定係數 (R^2) Coefficient of determination
1	7	$Y=45.895+0.064X_7-0.084X_9+0.077X_{12}$	臺農67號	0.3475**
2	6	$Y=34.553+0.074X_6-0.074X_9+0.082X_{12}$	臺農67號	0.3178**
3	5	$Y=-11.345+0.126X_6+0.083X_{12}+0.131X_{14}$	臺南5號	0.2412**
4	5	$Y=101.085-0.219X_9+0.173X_{12}-0.077X_{14}$	臺農67號	0.4380**
5	4	$Y=-12.219+0.167X_6+0.112X_{12}+0.115X_{14}$	臺南5號	0.2411**
6	4	$Y=63.534+0.090X_6-0.188X_9+0.168X_{12}$	臺農67號	0.3791**
7	2	$Y=-14.294+0.490X_6-0.289X_8+0.231X_{12}$	臺南5號	0.2373**

1) Y=S lesion number

X_6=Minimum temperature　　X_7=Average temperature

X_8 =Hours of temperature 21-24℃　　X_9=Maximum RH

X_{12}=Hours of RH over 90%　　X_{14}=Quantity of rainfall

** Significant at 1% level

表 2、利用逐步迴歸綜合分析第二組氣象變數之預測方程式

Table 2. Predicting equations obtained from the second group of meteorological variables combined by stepwise regression

代號 No.	氣象變數累積日數 Days of meteorological variables accumulated	預測方程式[1] Predicting equation[1]	水稻品種 Rice cultivar	決定係數 (R^2) Coefficient of determination
8	5	$Y=-2.688+0.153X_8+0.113X_{11}+0.139X_{14}$	臺南5號	0.2489**
9	5	$Y=11.333-0.128X_6-0.150X_9-0.080X_{14}$	臺農67號	0.3526**
10	4	$Y=-1.869+0.159X_8+0.141X_{11}+0.103X_{14}$	臺南5號	0.2123**
11	4	$Y=8.487-0.167X_6-0.125X_9+0.077X_{11}-0.088X_{14}$	臺農67號	0.5112**

1) Y =S lesion numbers　X_6=Hours of temperature 18.1-21.0℃

X_8 =Hours of temperature 24.1-27.0℃

X_9 =Hours of RH 75.1-85.0%

X_{11}=Hours of RH 90.1-95.0%

X_{14}=Quantity of rainfall

** Significant at 1% level

表 3、利用逐步迴歸個別分析各年氣象變數所得之預測方程式

Table 3. Predicting equations obtained from meteorological variables of various years by stepwise regression analysis

代號 No.	氣象變數累積日數 Days of meteorological variables accumulated	預測方程式[1] Predicting equation[1]	水稻品種 Rice cultivar	年代 Year	決定係數 (R^2) Coefficient of determination
12	6	$Y=143.445+0.081X_6-0.098X_8-0.248X_9$ [a]	臺南5號	1982	0.8481**
13	2	$Y=2.848+0.249X_5-0.762X_9+0.309X_{10}+0.341X_{13}$ [b]	臺南5號	1981	0.9132**

1) Y=S lesion numbers
  a) First group of meteorological variables
    X_6=Minimum temperature
    X_8 =Hours of temperature 21-24℃
    X_9=Maximum RH
  b) Second group of meteorological variables
    X_5=Hours of temperature 15.1-18.0℃

X_9=Hours of RH 75.1-85.0%
X_{10} =Hours of RH 85.1-90.0%
X_{13}=Dew period
** Significant at 1% level

表 4、各預測方程式預測不同年度之平均變異值 (%)

Table 4. Average variation of different predicting equations for various years (%)

代號 No.	水稻品種 Rice cultivar	年代 Year 1977	1978	1979	1980	1981	1982
1	臺農67號			2.65	2.87	3.10	2.52
2	臺農67號			2.72	2.87	3.37	2.63
4	臺農67號			1.96	2.35	3.48	1.86
6	臺農67號			1.86	2.83	3.56	2.99
9	臺農67號			1.70	3.04	3.85	2.32
11	臺農67號			2.02	2.51	3.11	2.07
3	臺南 5號	7.93	9.31	3.91	4.21	3.41	4.54
5	臺南 5號	8.33	8.85	3.80	4.21	3.64	4.28
7	臺南 5號	7.27	9.39	4.14	3.22	3.96	5.35
8	臺南 5號	8.74	8.26	3.07	5.38	4.60	2.50
10	臺南 5號	9.34	8.27	2.67	5.26	4.56	2.66
12	臺南 5號	12.39	10.86	4.02	6.95	4.77	0.45
13	臺南 5號	10.45	11.59	6.27	6.05	0.79	7.13

表 5、利用逐步迴歸法綜合分析第一組氣象變數所得之預測方程式

Table 5. Pridicting equations obtained from the first group of meteorological variables combined by stepwise regression

代號 No.	氣象變數累積日數 Days of meteorological variables accumulated	預測方程式[1] Predicting equation[1]	水稻品種 Rice cultivar	決定係數 (R^2) Coefficient of determination
1	7	$Y=-22.299+0.067X_7+0.035X_{10}+0.088X_{15}$	臺農67號	0.3019**
2	4	$Y=-6.136+0.126X_6+0.136X_{14}+0.179X_{15}$	臺南 5號	0.3426**
3	4	$Y=-10.053+0.141X_6+0.092X_{12}+0.131X_{15}$	臺農67號	0.4172**
4	3	$Y=-10.538+0.179X_6+0.124X_{12}+0.254X_{15}$	臺南 5號	0.4423**
5	3	$Y=-7.992+0.163X_6+0.096X_{12}+0.148X_{15}$	臺農67號	0.3748**

1) Y=S lesion number
X_6=Minimum temperature
X_7=Average temperature
X_{10} =Maximum RH
X_{12}=Hours of RH over 90%
X_{14}=Quantity of rainfall
X_{15}=Conidial number
** Significant at 1% level

表 6、利用逐步迴歸法綜合分析第二組氣象變數所得之預測方程式

Table 6. Pridicting equations obtained from the second group of meteorological variables combined by stepwise regression

代號 No.	氣象變數累積日數 Days of meteorological variables accumulated	預測方程式[1] Predicting equation[1]	水稻品種 Rice cultivar	決定係數 (R^2) Coefficient of determination
6	5	$Y=9.255-0.092X_6-0.212X_9+0.133X_{14}+0.150X_{15}$	臺南5號	0.3479**
7	5	$Y=10.352-0.042X_5-0.107X_6-0.140X_9+0.096X_{15}$	臺農67號	0.4119**
8	4	$Y=8.024-0.168X_6+0.084X_7-0.131X_9-0.085X_{14}+0.0117X_{15}$	臺農67號	0.6014**
9	3	$Y=8.550-0.185X_6-0.193X_{10}-0.101X_{14}+0.151X_{15}$	臺農67號	0.4988**
10	2	$Y=1.344+0.368X_8-0.370X_9+0.267X_{14}+0.375X_{15}$	臺南 5號	0.4606**

1) Y=S lesion number
X_5=Hours of temperature 15.1-18.0℃
X_6=Hours of temperature 18.1-21.0℃
X_7=Hours of temperature 21.1-24.0℃
X_8 =Hours of temperature 24.1-27.0℃
X_9=Hours of RH 75.1-85.0%
X_{10} =Hours of RH 85.1-90.0%
X_{14}=Quantity of rainfall
X_{15}=Conidial number
** Significant at 1% level

表 7、各預測方程式不同年度S形病斑數之預測值與實測值之比較

Table 7. Comparison of predicted and observed values of S lesion number for various years from different predicting equations

代號 No.	品種 Cultivar	1977 預測值 P.V.[1]	1977 實測值 O.V.[2]	1978 預測值 P.V.	1978 實測值 O.V.	1979 預測值 P.V.	1979 實測值 O.V.	1980 預測值 P.V.	1980 實測值 O.V.	1981 預測值 P.V.	1981 實測值 O.V.	1982 預測值 P.V.	1982 實測值 O.V.
1	臺農67號					4.17	4.45	3.58	2.08	6.04	7.93	4.28	4.07
3	臺農67號					4.52	4.45	3.23	2.08	6.09	7.93	4.18	4.07
5	臺農67號					4.87	4.45	3.43	2.08	5.92	7.93	4.21	4.07
7	臺農67號					4.18	4.45	4.01	2.08	6.40	7.93	3.87	4.07
8	臺農67號					2.13	4.45	2.86	2.08	6.24	7.93	3.67	4.07
9	臺農67號					5.02	4.45	2.82	2.08	6.31	7.93	4.43	4.07
2	臺南 5號	7.28	10.74	9.96	12.14	5.78	5.66	4.57	1.44	5.53	4.50	2.88	1.24
4	臺南 5號	5.98	10.74	11.58	12.14	5.68	5.66	2.66	1.44	5.92	4.50	3.93	1.24
6	臺南 5號	7.12	10.74	10.30	12.14	5.18	5.66	4.07	1.44	5.22	4.50	4.00	1.24
10	臺南 5號	7.35	10.74	10.02	12.14	6.83	5.66	3.77	1.44	4.89	4.50	3.03	1.24

1) P.V.=Predicted value

2) O.V.=Observed value

表 8、1979～1985年不同時期之氣象變數及稻熱病病斑面積率

Table 8. Meteorological variables at various periods of time and percentage of leaf area infected by Pyricularia oryzae from 1979～1985

Year	Meteorological variables																									Percentage of leaf area infected by Pyricularia oryzae
	Average temperature					Average RH (%)					Hours of RH>90%					Quantity of rainfall(mm)					Rainy days					
	February	Early Feb.	Middle Feb.	Late Feb.	March	February	Early Feb.	Middle Feb.	Late Feb.	March	February	Early Feb.	Middle Feb.	Late Feb.	March	February	Early Feb.	Middle Feb.	Late Feb.	March	February	Early Feb.	Middle Feb.	Late Feb.	March	
1979	19.4	17.8	19.8	20.6	19.0	75.6	75.7	72.9	78.3	77.7	247.5	77	105.9	64.5	91.5	7.6	0	6.4	1.2	3.5	2	0	1	1	3	80.3
1980	17.7	14.9	18.9	19.3	23.6	82.5	85.8	80.1	81.7	76.5	365.0	124	116.0	125.0	101.0	21.0	10.5	2.0	8.5	0	3	1	1	1	0	3.7
1981	19.2	17.7	21.6	18.2	21.0	77.2	76.1	75.3	80.2	81.9	312.0	89.0	116.0	107.0	111.0	1.7	0	0.6	1.1	9.1	5	0	2	3	2	46.4
1982	17.6	17.2	17.9	17.7	17.1	82.8	79.9	80.3	88.2	90.7	408.0	136.0	149.0	123.0	180.0	4.9	0	0.2	4.7	7.8	6	0	2	4	5	9.3
1983	16.7	16.8	15.6	17.7	17.9	84.9	84.4	86.2	84.1	83.2	442.0	152.5	171.5	118.0	129.0	139.7	13.1	116.5	10.1	13.5	20	6	8	6	3	28.6 1) 47.8 2) 54.3 3)
1984	16.5	14.8	17.4	17.3	15.7	81.7	80.8	83.2	81.1	81.2	348.5	101.5	139.5	107.5	129.0	5.6	0	5.6	0	9	3	0	3	0	3	0.06 1) 0.16 2) 0.16 3)
1985	20.4	21.3	20.7	19.2	21.7	85.0	79.8	86.5	88.7	84.1	424.5	138.0	147.5	139.0	141.5	161.4	100.6	36.0	24.8	0.6	17	6	7	4	1	5.0

1) Early transplanted 2) Middle transplanted 3) Late transplanted

表 9、各預測方程式不同年度葉片病斑面積率之預測值與實測值比較

Table 9. Comparison of predicted and observed values of percentage of leaf area infected by Pyricularia oryzae for various years from different predicting equations

Predicting equations [1]	1979 [2]			1980			1981			1982			1983			1984			1985 [3]		
	P.V.	O.V.	O.V.-P.V.	P.V.	O.V.	O.V.-P.V.	P.V.	O.V.	O.V.-P.V.	P.V.	O.V.	O.V.-P.V.	P.V.	O.V.	O.V.-P.V.	P.V.	O.V.	O.V.-P.V.	P.V.	O.V.	O.V.-P.V.
1. $Y=674.73-8.27X_1-0.10X_3+0.33X_4+7.49X_5$ ($R^2=0.92$)	70.86	80.30	9.44	7.86	3.70	-4.16	54.59	46.40	-8.19	9.81	9.30	-0.51	42.09	47.80	5.71	-3.95	0.16	4.11	8.93	5.00	-3.93
2. $Y=679.36-8.47X_2+0.35X_4+6.73X_5$ ($R^2=0.92$)	70.87	80.30	9.43	8.34	3.70	-4.64	55.24	46.40	-8.84	12.75	9.30	-3.45	43.87	47.80	3.93	-3.19	0.16	3.35	6.41	5.00	-1.41
3. $Y=173.21-1.57X_3+1.31X_4+7.38X_5$ ($R^2=0.89$)	80.89	80.30	-0.59	-4.52	3.70	8.22	47.80	46.40	-1.40	15.78	9.30	-6.48	45.46	47.80	2.34	4.43	0.16	-4.27	16.99	5.00	-11.99
4. $Y=521.09-6.38X_2+0.43X_4+2.47X_5$ ($R^2=0.92$)	61.21	63.65	2.44	13.38	11.09	-2.29	45.88	42.94	-2.94	13.81	17.76	3.95	40.99	43.74	2.75	0.09	2.29	2.20	1.99	12.92	10.93
5. $Y=515.20-6.31X_2+0.39X_4+3.04X_5$ ($R^2=0.96$)	60.74	63.65	2.91	13.59	11.09	-2.50	46.37	42.94	-3.43	14.67	17.76	3.09	41.04	43.74	2.70	1.51	2.29	0.78	4.70	12.92	8.22
6. $Y=281.28-2.17X_2-0.92X_3+0.73X_4+7.73X_5$ ($R^2=0.95$)	60.64	63.65	3.01	2.93	11.09	8.16	32.80	42.94	10.14	11.08	17.76	6.68	43.97	43.74	-0.23	6.39	2.29	-4.10	9.94	12.92	2.98

1) Equations 1~6 were derived from the data of 1979~1984. Among them, 1~3 were derived without arcsin percentage transformation, and 4~6 were derived with arcsin percentage transformation, X_2=Average RH(%), X_3=Hours of RH>90%, X_4=Quantity of rainfall, X_5=Rainy days (Equations 1,2,4,5 were obtained from the middle of Feb, and equations 3,6 were obtained from the late of Feb.)

2) P.V.=Predicted value O.V.=observed value

3) Predicted values of 1985 were calculated from the meteorological variables of 1985 with predicting equations based on 1979-1984 data

表 10、民國七十七年第一期稻作葉稻熱病預測和實際發病比較

Table 10. Comparison of predicted and observed leaf area infected of leaf blast in 1988

預測地點 Location	預測員姓名 Predictor	預測發病(輕、中、重) Predicted disease severity	實際發病(輕、中、重) Observed disease severity	預測員意見 Opinion of predictor
斗六小區 (斗六 斗南 古坑 大埤 莿桐 林內)	郭振欽	 輕 輕 輕 輕 輕 輕	 輕～中 輕 輕 輕 輕 輕	1.本期葉稻熱病發病極輕，且約三分之一面積可不必施藥。至於局部病斑面積率達到中度係晚植區因多裡作爲菸草及馬鈴薯收穫後插秧約在二月下旬～三月上旬，而分櫱盛期在四月上旬及中旬，平均溫度20.4度至22.4度，所以僅有局部性小面積達到中等。 2.因插秧期不能一致，如能一致或接近時準確性能更提高。
虎尾小區(西螺、二崙、虎尾、土庫、崙背、麥寮)	李對	輕～中	輕～中	1.發生期中舉辦觀摩會，求證其準確性。 2.本期作剛開始做，公式應用尚陌生，今後每期作開始前能召開研討會。
北港小區(元長、褒忠、東勢、臺西、四湖、口湖、水林)	張賜海	輕 (無發佈防治情報)	輕	

嘉義小區(民雄、大林、溪口、新港、太保、水上)	何新奇	輕	輕	
東石小區(朴子	黃榮作	輕 91 中 10 重 0 計 101	輕 87 中 8 重 0 計 95	1.視當年栽培抗病品種面積多寡抗性變異情形。 2.分早、一般、晚植，對病害反應不一。
東石		輕 3 中 1 重 0 計 4	輕 2 中 0.7 重 0 計 2.7	3.土壤以砂質土易發生。
布袋		輕 26 中 6 重 0 計 32	輕 22 中 4 重 0 計 26	4.農民對防治常識及管理方法，發生程度等有差異，應加强農民講習教育。
義竹		輕 10 中 3 重 0 計 13	輕 6 中 1.7 重 0 計 7.7	
鹿草		輕 150 中 25 重 0 計 175	輕 110 中 12 重 0 計 122	
六腳)		輕 26 中 4 重 0 計 30	輕 20 中 3 重 0 計 23	
		總計 355	總計276.4	

中埔小區(梅山、竹崎、番路、中埔、嘉義市)	林義雄	輕	中	1.預測模式盼能設計兩套，分早植稻與晚植稻。 2.對目前推廣之水稻品種因抗病力強弱差異很大，預測對象盼能指出那一種。
新營小區	郭白井	輕～中	輕～中	
曾文小區(善化、山上等七鄉鎮)	方德利	極輕不發警報防治	極輕或無發生	
北門小區(安定鄉等七鄉鎮)	黃天福	極輕不發佈警報防治	極輕或無發生	
新化小區	郭聰明	輕	輕	本期作預測準確
新豐小區(關廟、龍崎、歸仁、仁德)	林文助	輕	微	明年再試辦一次

註：預測值<11%為輕，11～50%為中，50%以上為重

表 11、民國七十八年第一期稻作葉稻熱病預測和實際發病比較

Table 11. Comparison of predicted and observed leaf area infected of leaf blast in 1989

預測地點 Location	預測員姓名 Predictor	預測發病(輕、中、重) Predicted disease severity	實際發病(輕、中、重) Observed disease severity	預測員意見 Opinion of predictor
斗六小區	郭振欽	中	輕 - 中	主要栽培品種臺南育 205號，氣象資料來自乾濕球溫度計，本期作預測發病與實際發病甚為接近。
虎尾小區	李對	重	輕	主要栽培品種為臺農 67 號及臺南 9 號。氣象資料來自虎尾糖廠利用玻璃溫度計人工目測之資料，若能改用自記溫濕度計則可能得到更準確之氣象資料。
北港小區	張賜海	輕 - 中	輕 - 中	早植稻及中植稻發生輕微，晚植稻發生中等。氣象資料利用乾濕球溫度計。
嘉義小區	何新奇	輕	輕 - 中	主要栽培品種為臺南 9號、臺南育 205號、臺農67 號及臺農 70 號。氣象資料來自嘉義測候站，本預測方法去年及今年很適用於本小區。
東石小區	黃榮作	重	輕 - 中	主要栽培品種為臺南育 205號，占80%，臺稉 1號占10%。此兩品種是抗病品種。早植及中植稻發生輕微，晚植稻發生中等。初發病在 3月中旬，高峰期在 4月中旬及下旬。氣象資料是臺南農改場朴子分場提供。

中埔小區	林義雄	輕	輕	水稻臺南育205號占40%，臺稉 1號占40%，臺南 9號占20%，氣象資料來自乾濕球溫濕度計。
新營小區	郭白井	中	輕-中	主要品種爲臺南育205號占60%，臺農67號占20%，臺南 9號占10%。少數臺農67號稻田發生中等，建議考慮露點來預測是否可行。
曾文小區	方德利	輕	輕	水稻臺農67號占60%，臺南育205號占20%，臺南 9號占10%，臺農70號占 5%。本小區4月中旬開始有局部輕微發生，氣象資料來自亞蔬中心
北門小區	黃天福	輕	輕	主要栽培品種臺農67號，1 月上旬到中旬插秧。本小區水稻栽培面積不大，靠近海邊，氣候特殊，過去發病均很輕微，所以似乎不必預測
新化小區	郭聰明	輕	輕	栽培品種臺農67號占60% ，臺農70號占20% ，臺南育205號占10%，臺南9號占5%，臺稉1號占1%。本小區初發生在 3月下旬，高峰期在 4月上旬，本期作發生輕。氣象資料來自畜產試驗所。
新豐小區	林文助	重	輕	栽培品種臺農70號及臺農67號共占60%，臺農9號占10% ，其他在來稻占30%。本小區在3月下旬開始發病，4月中旬爲高峰期 。根據經驗，若 3月上旬氣溫達到20℃以上則稻熱病將發生嚴重，故是否考慮用溫度預測即可。

表 12、民國七十九年第一期稻作葉稻熱病預測和實際發病比較

Table 12. Comparison of predicted and observed leaf area infected of leaf blast in 1990

預測地點 Location	預測員姓名 Predictor	預測發病(輕、中、重) Predicted disease severity	實際發病(輕、中、重) Observed disease severity	預測員意見 Opinion of predictor
斗六小區	郭振欽	中	輕一中	主要品種為臺農67號、臺稉 2號、臺農70號及糯米。預測準確。
虎尾小區	李對	中	輕一中	主要品種為臺農67號、臺稉 2號、臺農70號及糯米。預測發病與實際發病接近。
北港小區	張賜海	輕	輕	栽培品種為臺農67號、臺稉 2號、臺農70號及糯米。預測準確。
嘉義小區	何新奇	輕	輕	主要品種為臺南9號及臺稉2號。本預測模式很適用。
東石小區	黃榮作	重	中	栽培品種為臺南9號、臺稉2號、臺農70號。本小區已發病中等。
中埔小區	林義雄	輕	輕	品種為臺南9號、臺稉2號及臺農70號。預測模式準確。
新營小區	郭白井	無資料(欠氣象資料)	輕一中	主要品種為臺南 9號、臺農67號及臺農70號。
曾文小區	方德利	輕	輕	栽培品種為臺農67號、臺稉 2號及臺農70號。預測準確。
北門小區	黃天福	輕	輕	主要品種為臺農67號、臺南 9號及臺稉2號。預測準確。
新化小區	郭聰明	輕	輕	主要品種為臺稉 2號、臺農67號及臺農70號。預測準確。
新豐小區	林文助	輕	輕	主要品種為臺稉 2號、臺農67號及臺農70號。預測準確。

稻熱病發生預測方法及系統

The Forecasting Methods and Systems for Rice Blast Disease

黃 益 田*
Yih-tyang Huang

一、前言.......................... 31
二、預測之涵義及原理............... 32
三、發生預測方法.................. 34
四、發生預測系統.................. 52
五、結語.......................... 57
六、參考文獻...................... 57
七、英文摘要...................... 62

一、前 言

稻熱病之發生，係稻熱病菌 *Pyricularia oryzae* Cav.與水稻互相抗爭的結果。發生之輕重變化，則受病原菌量、致病性，水稻體質及周圍環境種種因素之相互影響。品種、土壤、肥培管理均可影響稻熱病之發生程度；然而，氣候盈縮之影響，亦極顯著。

稻熱病之防治方法主要爲栽植抗病品種及施用殺菌劑防治。種植抗病品種以預防稻熱病，固爲經濟上最理想之方法。事實上，欲求一極抗或抗病之品種，卻如鳳毛麟角，即使推出一新抗病品種，因病原無常，不數年即失去抗病性。因此，多年來，稻熱病之主要防治方法，端賴殺菌劑之施用。然而，藥劑防治之適當與否，須藉準確的病害預測，否則無法掌握防治適期，造成施藥不當，如施藥太遲或施藥過量，無形中增加防治成本。

稻熱病發生預測技術之研究，以日本之研究較爲寬廣及深入。其於1941年即實施由國庫補助的全國性預測事業；根據氣象、水稻生育相、稻株成分、水稻感受性、病菌分

---

* 桃園區農業改良場 研究員

生胞子之飛散狀況、葉稻熱病之病斑型等進行稻熱病之發生預測。並逐次開發新的機械，如回轉式胞子採集器及結露計，以及發展出多種利用氣象之預測方法[19]。近年，採用系統分析方法，究明各種因素之相互關係之網絡結構，利用電腦建立模擬模式(Simulation model)，藉以提高預測之性能。此外， 並利用電電即時銷售管理系統(Denden Real time sales management system)將發生預測情報連線化[41]。

台灣稻熱病之發生預測，始於1966年；根據氣象概況，作物生育概況及病害預測田之早期發現來發佈情報。逮至1975年，才由嘉試所及各區農業改良場等機構進行以發生預測爲目標之稻熱病流行病學研究；陸續由嘉試所發展出病斑面積率預模式[8,9,10]，桃園區農業改良場發展出初發期及盛行率預測模式，並開發完成葉稻熱病現場預報系統[4]。

稻熱病發生預測，可謂源遠流長，學者各本資料，確立方法，法有繁簡難易，巧妙不同。爲使讀者瞭然其功用及內涵，特綜貫國內外三十年來主要之預測方法及統攝晚近預測系統發展問題。並期體會確立預測系統之次第及全貌。

二、預測之涵義及原理

預測一詞，猶古之「占」，先民有所謂「占候」，就氣象之順歉等以推測五穀之豐凶。農政全書中記載「八月早禾怕北風，晚禾怕南風」，可能暖烘的南風易誘發晚植稻之稻熱病。此外，並有「是月遇東南風，謂之歲露，有大毒。若飢感其氣，開年著瘟病」[1]。今人所謂預測，係對於一未知或不確定事物未來可能演變的情形，事先予以推測。對任何事物從事推測時，如欲預測結果值得信賴，必須先蒐集預測該事物所需之資料，以科學的方法將此等資料妥予整理與分析，由此獲得預測值。

病害預測包括發生 (outbreak)，發展 (development)，感染 (infection) ，潛伏期 (latent period)等預測。稻熱病發生預測是指病害發生期及發生量之預測。發生期預測，如初發期 (initial stage of occurrence)或廣域發生期 (Simultaneous large area occurrence)預測等[12]。發生量預測是指發病強度 (Disease intensity) 預測，而發病強度又可區分爲發病率或病斑面積率 (Disease severity)，發病株率 (Disease incidence) 及發病盛行率 (Disease prevalence)。此外，又可因時間長短分爲短期與長期預測，主要依預測的性質及目的而定[48]。

影響病害發生或流行(epidemic)之因素爲：(1)寄主植物之誘因，(2)氣候，(3)病菌之感染潛力 (infection potential)。預測是以分析上述因素之調查資料爲基礎。過去多數病害發生預測方法之研究，旨在闡明病害發生與上述因素之一或各因素組合之關係。

表一所列即爲發展水稻病害發生預測方法必須調查之寄主、氣候及病原各因素之項目[33]。主要在定時作定點調查或在一地區作巡迴調查。然後根據調查所獲資料，用下述基本觀念發展預測方法。

1.根據過去的趨勢以預測未來。用為預測未來之資料都屬過去的統計資料，而無未來的統計資料。例如時間系列法 (Time series)，即統計過去時間裡所發生的變化，以推測某種趨勢的方法。相關法 (Correlation)，則為分析過去所發生因素之間的因果關係，斷定有其因必有其果的方法。

2.根據現在的指標預測未來，可稱為類推法，這是探求存在於現在中的未來因素的方法。如橫斷比較法：取同一時間各地點之資料來作比較分析，以預測未來演變的方法。先行指標法：以現在的某些現象反應出來的跡象作為指標。例如：「西天一片紅，明日定晴空」。紅霞的出現為先行指標，指出明天的天氣一定晴天。「南天一陣風，稻瘟準發生」，山坳稻熱病常發地帶，颱南風則為稻熱病發生之先行指標。現代之先行指標宜為定量的指標，與古人之以物候為徵之經驗法則不同。

3.根據模式的演算結果以預測未來，稱為計量法。這種方法係由於電腦的發明始有急速的發展。利用電腦為輔助工具作資料處理，建立統計或系統模式。

表一、確立病害發生預測之寄主、氣象及病原因素 (後藤，1962)

Table 1. Host-,weather-,and pathogen-factors to be integrated into forecasts of disease occurrence. (Goto, 1962)

	影響病害發生之因素 Factor affecting disease occurrence		
	寄主感病性或抗病性 Host susceptibility or resistance	氣象條件 Weather condition	病原菌 Pathogen
調查項目	1.品種 2.栽培型式 3.植株生長 株高 分蘗數 乾重 葉色 4.葉鞘澱粉含量 5.矽化細胞 6.植株化學成分 7.其他	1.最高、最低、平均氣溫 2.雨量 3.日照時數 4.日射量 5.相對濕度 6.風速 7.露水時間 8.淹水 9.其他	1.胞子量 2.病斑型 3.生理小種

三、發生預測方法

稻熱病發生預測方法之研究，以日本之成效最著。1941年日本即開始有組織地創辦發生預測工作。至1950年，根據植物防疫法開始辦理農作物有害動植物發生預察事業，而後依其實施要領，拓展成今日全國性之規模。其預測方法主要根據多年來各府縣試驗場所累積之調查資料研究發展而成。依其特性可分為：利用病原調查之預測，側重稻株方面之預測及利用氣象要素與環境條件之預測(19,33)。國內近十年來亦根據氣象與發病資料，發展出數種預測方法。茲綜合國內外之報告，擇其要者綜述於次。

(一)傳染源密度為指標之預測方法

1.根據胞子採集法之預測(19,33)

胞子採集法之預測，又稱分生胞子飛散預測法，係根據水稻生育期某一時程分生胞子之飛散數與稻熱病之關係所導出之模式。有利用胞子採集器採集及幼苗採集之別。栗林氏等採用靜置式胞子採集法，將塗抹甘油之載玻片水平地裝置在採集台，設置在預測田中央高1公尺處曝露一晝夜後，計算 18x18mm 蓋玻片內之胞子數。日本長野縣自1934年起，30年間採用此法之結果顯示，7月中～8月上旬之每半旬所採集之胞子數(X)及其後之葉，穗稻熱病發病率(Y)呈高相關。尤其對穗稻熱病在防治適期前15-30日即能予以預測。

表二、依胞子採集數之稻熱病預測模式 (市川，1965)
Table 2. Forecasting models based on spore trapping (Ichikawa,1965)

月 半旬 Month	葉稻熱病 Leaf blast 預 測 式 Model	r 值	穗稻熱病 Panicle blast 預 測 式 Model	r 值
7. 4	y=1.99X+6.89±5.74	+0.66	y=0.77X+27.75±27.68	+0.60
5	y=0.23X+7.64±4.80	+0.67	y=0.78X+21.74±21.24	+0.60
6	y=0.09X+7.65±5.57	+0.67	y=0.27X+21.67±19.85	+0.71
8. 1	y=0.09X+7.34±4.90	+0.67	y=0.45X+17.81±18.14	+0.66
2	y=0.08X+6.81±5.00	+0.74	y=0.26X+16.24±14.00	+0.83

然而，靜置式胞子採集法在葉稻熱病病斑多及預先留有被害稻稈且胞子飛散密度高，才能採到。在暖地，孕穗期葉稻熱病病斑少時採集率低，有適用困難之

缺點。因此，鈴木氏設計回轉式胞子採集器，將塗抹甘油之載玻片在捕集器上裝好，設置在預測田中央或畦畔 1.3公尺高處，上午1～2時用馬達驅動一小時，回轉採集胞子。此法在靜置式無法採到之時候也可採到，甚至在高 8～17公尺之處也可採到。比靜置式使用範圍較廣。

利用幼苗採集胞子之方法，稱幼苗曝露法[26]，係以10cm徑之盆缽各種罹病種苗20支，在多氮條件下培育至5葉期，在水田曝露 1～3日；置於25℃之濕室，計算出現之病斑數。在靜置式胞子採集法無法於初發前採到胞子之水田，可用此法在 7～18日前推定胞子飛散，而且比在顯微鏡下調查附著胞子數之調查簡單。日本上越地方採用類似方法，可早日預知葉稻熱病之初發。

2.根據葉稻熱病發病度預測穗稻熱病發生之方法[19]

稻熱病之發生必須有病原存在，因此，亦可依據某一時期發病度爲胞子形成源之指標，預測往後之葉稻熱病。穗稻熱病之預測可利用孕穗期葉稻熱病發病度。例如，孕穗後期之每株病葉數(X)與穗頸稻熱病發病率(y)之間呈$y=1.34X+3.40$之關係(品種中生旭1號)，本式之預測準確率爲75%(誤差容許範圍 ±10%)。

3.由穀粒稻熱病發病度預測穗稻熱病之方法

1972年加藤氏等報告[53]，以穀粒稻熱病發病度爲指標之預測法，預測穗頸及枝梗稻熱病之發生。本法係變換栽培法試驗數年之結果所導出之方法，由穀粒稻熱病之初期發生量及初期增加率預測後期之穀粒發生量，其次利用後期之穀粒稻熱病與枝梗、穗頸稻熱病發生量之相關關係，由先前預測之穀粒稻熱病發生量再預測枝梗及穗稻熱病。

其程序如次：

(1) 穀粒稻熱病用 Logit轉換，出穗後第12日及第18日之值用外挿法預測第24日發病率($\hat{Se}$)。

(2) 自各組資料求得經驗的矯正式 ($\hat{Sr}=0.666\ \hat{Se}-1.995$)，以修正外挿值。

(3) 求出穗後第24日之穀粒稻熱病發病率實測值及第30日枝梗稻熱病發病率實測值(PB_4)及穗頸稻熱病發病率實測值(NN_4)之迴歸式 ($PB_4=0.32\hat{Sr}+2.785, NN_4 = 0.920\hat{Sr}+0.518$) 。

(4) 將先前所得預測值之矯正值($\hat{Sr}$)代入此式，求信賴區內之上限、下限值對應之枝梗稻熱病及穗稻熱病之發病率預測值。

(5) 上述計算過程用 FORTRAN寫成程式，對應先預定之期望減收率，判定穗熱病要否防除。

(二)水稻之感病性為指標之預測方法

1.利用葉鞘接種法之預測：

最初由高橋氏提案[34]，此法係將預測田之水稻自初發前10日至出穗期爲止

，每七天取5支最長莖之第三葉鞘15公分（孕穗期以後第2葉鞘），用48小時內形成之胞子懸垂液，以玻璃針（spuit)注入葉鞘，放進培養皿，置於24～25℃之濕室保存40小時，測定病菌在葉鞘細胞內之伸展度，並求其與田間發病度之關係。1966年，千葉氏報導，就葉稻熱病而言，伸展度 2.0以上，最低氣溫18℃以上又連續 2日以上降雨少之情形下，檢定日起 5～10日後新病斑增加，若伸展度大時則病害激發。至於穗稻熱病，當孕穗期伸展度為 2.0以上，出穗期之氣象條件與葉稻熱病相同，也有多發之傾向。然而高板氏指出，某一時期葉稻病之發病度乃因某一期間發病因素累積影響之結果；如以為某一時期之伸展度與發病度有直接關係，則不合理。他認為可以利用某一時期之累積伸展度與累積發病度之關係來預測。此外，在暖地，一般伸展度低，葉鞘接種法之利用有困難，又因供試菌病原性、病原力、試料易生變動，檢定又須勞力，評估結果認為實用性有問題[19]。

2.利用水稻成分含有率之預測

稻熱病之發生程度，因植株所含成分之不同而有差異。許多學者認為植株之可溶性氮、矽酸、可溶性氮與矽酸之比率，可影響植株對稻熱病之抵抗性。因此，亦有學者利用稻株某些成分之含量為發生預測因子。

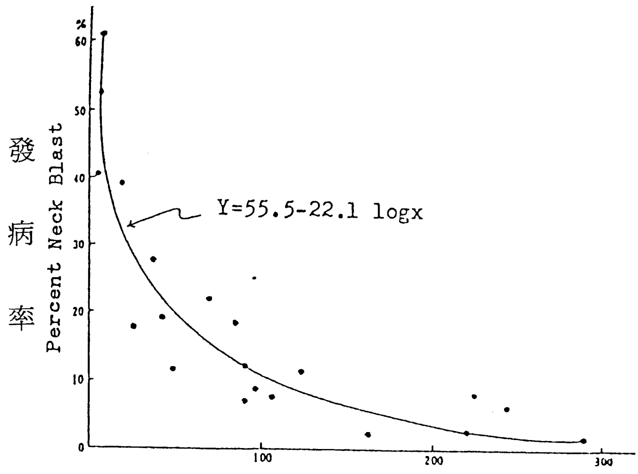
諸如利用葉鞘澱粉蓄積率作稻熱病之發生預測指標：以預測田之水稻為對象，葉稻熱病初發之數日前，每隔 7日，在一定時刻切取10叢中之最長莖，取出上位 3葉鞘，縱切半截，用酒精固定脫色後，用碘化鉀液染色，再求葉鞘內澱粉分布長度與葉鞘長度之比以預測葉稻熱病。本法適用於山口縣， 7月中旬澱粉蓄積率40%以上葉稻熱病少發，10%以下多發[19]。新潟縣上越地方 6月中、下旬蓄積率60%以上葉稻熱病少發，20%之年有多發傾向。

此外，亦有以劍葉矽化度為感受性之推定指標作發生預測。矽化度之測定，則在劍葉完全展開後第10日平均每株取2 片，合計20片，以葉面中肋為界，切取右側葉片中點部分5×10mm，用酒精脫色，石炭酸處理後在 150倍顯微鏡下，檢數各葉片5個視野中之矽化機動細胞。山口縣中生旭1號為例，劍葉矽化度 (X)與穗頸稻熱病發病率 (y) 之關係為 $y=55.5-22.1\log x$ ，如圖一所示，可供預測之用[26,27]。

(三)利用氣象要素及其他條件之預測方法

氣象環境對稻熱病之發生及蔓延與否，影響非常顯著。應用氣象條件之預測，先就預測時點之氣象資料與發病資料進行分析，找出其間之關係，然後發展最適合的法則、圖解和方程式。其所利用之氣象觀測值多由農業試驗場所或地方氣象臺取得。晚近為研究侵入及發病，直接利用微氣象之觀測[19]。

利用氣象資料發展之稻熱病預測模式，可歸納為三類：即經驗法則，整體(統計)模式和系統分析(模擬)模式。如發生類別[6]、初發期[48]、感染日[42]廣域發



圖一、劍葉矽化度與穗頸稻熱病發病率之關係

Fig 1. Correlation between degree of silification in flag leaves and percent of neck blast (Hori,1963)

生時期及急增期[12]、感染好適葉面濕潤時間[22]等預測屬經驗法則，病葉率、病莖率、發生面積、被害面積率預測屬統計模式[33]，一株病斑數及病斑面積率之預測爲系統分析(模擬)之應用[43]。

茲擇數種不同假設爲基礎所發展之預測方法概述於次：

I、經驗法則之預測

(1) 氣象型之預測方法

此爲病害類別之預測法，係利用過去氣象資料整理分析，將多發年及少發年水稻生育期間之氣象特徵分類，作爲預測年比較類推之依據。大阪農試以1941至1950間之氣象分爲A.B.C.D.E.五型[33]。

A型：秧苗期開始發生，葉、穗頸稻熱病繼續發生，被害最大型。

B型：秧苗期開始發生，葉稻熱病發生少，穗頸稻熱病稍顯著多發型。

C型：秧苗期開始發生，葉稻熱病發生少，穗頸及節稻熱病多發，尤其穗頸稻熱病多發。

D型：秧苗期至本田期發生少型。

E型：異常少發型。

應用表三所示，根據每月之氣象型特徵及氣象長期預報綜合研判，可以預測多、中、少之發生程度。

表三、年之氣象型類別（大阪農試，1954）

Table 3. Types of weather conditions in each year and the occurrence of blast (Osaka Agr. Exp Sta. 1954)

型別 Type	調查項目 Items surveyed	五月 May	六月 Jun	七月 Jul	八月 Aug	九月 Sep	十月 Oct
A	Air temp.	av.+	av.+	av.-	av.-~av.	av.-~av.	av.
	Rainfall	av.+	av.++	av.+	av.+	av.+	av.+
	Sunshine	av.+	av.	av.-	av.--	av.	av.
B	Air temp.	av.+	av.	av.~av.+	av.-~av.	av.	av.
	Rainfall	av.-	av.-	av.-	av.	av.	av.
	Sunshine	av.	av.++	av.-	av.--	av.~av.+	av.-
C	Air temp.	av.	av.+	av.--	av.+	av.	av.+
	Rainfall	av.	av.--	av.	av.--	av.+	av.++
	Sunshine	av.--	av.	av.-	av.+	av.-	av.-
D	Air temp.	av.-	av.+	av.++	av.	av.	av.
	Rainfall	av.	av.++	av.+	av.+	av.	av.-
	Sunshine	av.	av.~av.-	av.++	av.	av.+	av.+
E	Air temp	av.-	av.-	av.~av.+	av.+	av.	av.--
	Rainfall	av.+	av.--	av.--	av.--	av.--	av.-
	Sunshine	av.+	av.	av.++	av.++	av.	av.

av. average; av.+ higher than average; av.++ more higher than average

av.- lower than average; av.-- more lower than average

weather conditions that stimulate blast occurrence

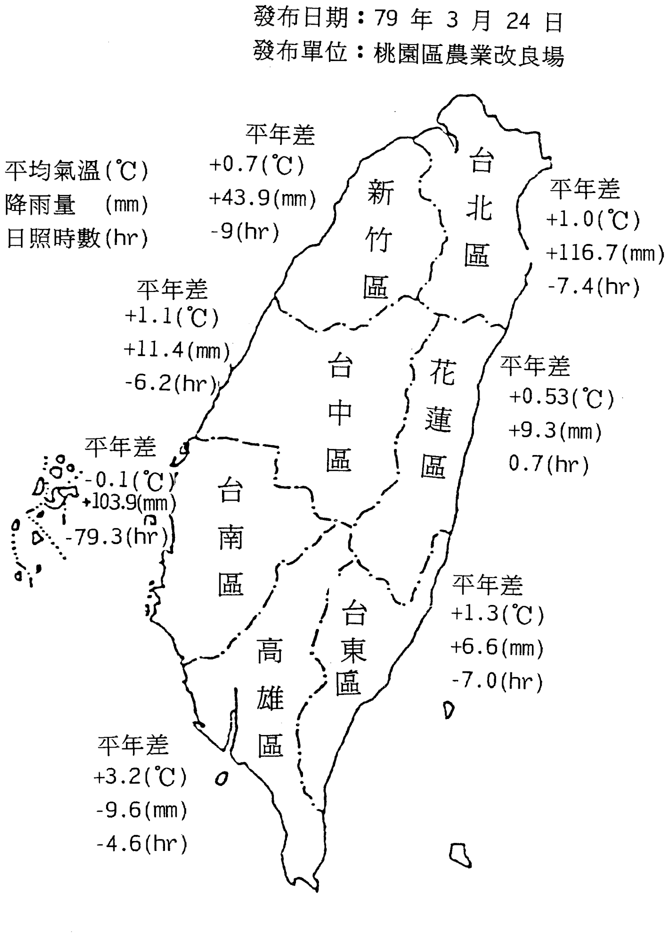
weather conditions that suppress blast occurrence

Weather conditions that cause heavy outbreak of blast

weather conditions that strongly suppress blast occurrence

上述氣象型的預測，實際上是一種類比法(Analogue techniques) 的運用。在本省，1980年黃氏[47]曾以病害發生程度來區分流行年（發病程度超過平年值）與不流行年（發病程度低於平年值），比較其氣候上的差異，可以發現各地區氣候幾乎具一致性差異變化。據其比較全省 7個地區流行年與不流行年冬季氣溫、日照、雨量的差異，獲得如下的結論：①流行年前冬氣溫比平年爲高。②除台北、高雄區外，流行年的日照比平年高。③除高雄區外流行年前冬的雨量比平年低。基於上述結果，黃氏確立類比法預測分析之原則。各地區之稻熱病流行條件有如下述。

台北地區：平均氣溫比平年高、降雨量、日照比平年低。新竹地區：平均氣溫及日照比平年高、降雨量比平年低。台中地區：平均氣溫、降雨量、日照均比平年高。台南地區：平均氣溫、降雨量、比平年高、日照比平年低。高雄地區：平均氣溫、降雨量、日照均比平年高。台東地區：平均氣溫、降雨量、日照均比平年高。花蓮地區：平均氣溫、日照比平年高，降雨量比平年低。此種氣象型比較結果可如圖一方式表示。並與迴歸法預測結果相互參照，作成預報。



圖二、今年本省冬季（12～2月）氣象型與平年之比較

Fig.2 Comparison of winter weather pattern for the present year with the pattern of normal year.

(2) 葉稻熱病全般發生開始期、急增期之預測[19]

小林氏[19]研究發現葉稻熱病之傳染過程包含全般發生開始期或廣域的初發生時期及急增期，其氣象條件有共通性，而此一時期爲防治之最重要時刻。於是倡議應用表四一般氣象法及微氣象因素，做爲預測之基準。

本法適用時期爲插秧後一個月至出穗前20天，滿足表四條件之日起，經過潛伏期間，即可見到全面發生及急增的現象。本法在日本秋田縣之預測準確率爲70～80%。

表四、葉稻熱病全般發生開始期、急增期之預測基準(小林 1984)

Table 4. Meteorological conditions as the basis for forecasting large area occurrence of rice blast (Kobayashi, 1984)

要因 Factor	一般氣象法 Ordinary meteorological observation	微氣象 Microclimatic observation
日射量 Solar radiation	無論當日下午或翌日上午或兩者分別均小於200cal/cm^2,日照時間不足2小時。	同左
降水量 Rainfall	19-8時，無降雨或繼續降雨而在1mm/hr以下，但偶强雨4.0mm/hr以上。	同左
風速 Wind speed	21-6 時株高上部位 10cm平均風速不足0.50m/s。	21～6時平均風速不足2.5m/s，一時强風不足4.0m/s。
濕度 Relative Humidity	21-6時平均濕度85%以上。	—
氣溫 Temperature	18-6時最低氣溫10℃以上。	—
結露 Dew	結露之推定基準適合(其1)(其2)。	—
侵入率 Penetration Percentage	—	在株高10cm部位上之結露時間及其時間內就冠層部平均氣溫推定侵入率在0.08以上 。

表五、水田內結露之推定基準(其1)(無降雨日,21時)(小林 1984)

Table 5. Estimation criteria for dew in rice fields.(R1)(No Rainy day. 21hr)(Kobayashi 1984)

1	21時之雲量10(除絹雲,絹層雲)	無結露
	21時之雲量10^{-1}以下,又絹雲,絹層雲之雲量10以下1)	2
2	$\Delta T_{18}^{21} \geqq W_{18}$3) 又$\Delta T_{18}^{21} \geqq W_{21}$	有結露
	$\Delta T_{18}^{21} < W_{18}$ 且 $\Delta T_{18}^{21} < W_{21}$	3
3	$\Delta T_{21}^{24} \geqq W_{21}$	有結露
	$\Delta T_{21}^{24} \geqq W_{21}$	4
4	$W_{21} > 3.0m/s$	無結露
	$W_{21} > 3.0m/s$	5
5	21時之雲爲絹雲又絹層雲	有結露
	21時之雲上述外	6
6	RH_{21}2) $\geqq 90\%$ 且 $W < 2.0m/s$	有結露
	$RH_{21} < 90\%$ 又 $W \geqq 2.0m/s$	無結露

註) 1) 雲量10^{-1} ;全天雲覆有間隙。 2) ΔT_{18}^{21} 18時~21時氣溫降下度數(℃)。 3) W_{18};在18時之風速及公尺數 (m/s)。4) RH_{21};在21 時相對溫度(%) 以上一般秋田氣象台地上氣象觀測。

表六、水田內結露之推定基準(其2) (雨後之結露繼續) (小林1984)

Table 6.Estimation criteria for dew in rice fields. (R2) (continuing dew formation after raining)

雨後,靄、霧發生。又雨晴之時刻在18時以降,至日沒止之日射量爲 5cal/cm^2 以下或日照時間爲零,濕度85%以上,風速2.5 m/s 未滿。

(3) 利用AMeDAS資料之葉稻熱病預測法(22,23,24,25)

利用AMeDAS資料預測葉稻熱病之方法簡稱 BLASTAM。此模式由越水氏研究開發完成。越水氏認爲電腦模擬模式非短期內可實用化，而歐美學者間對模擬模式是否爲惟一之實用性模式，見解各有不同。一向被人視爲單純之經驗法則其實用性，亦不可輕視，更何況今日之預測遠比明日之預測重要。有鑑於此，自1977年開始，利用1976年氣象廳完成之地域氣象觀測系統(Automated meteorological data acquisition system簡稱AMeDAS)之資料，研究稻熱病發生預測之方法。該系統遍及全國 840點，每日連續測定降水量、氣溫、日照時間、風速及風向等。本法係利用 AMeDAS 資料換算成葉面濕潤時間，用爲葉稻熱病廣域初發生時期，流行（發病增加）開始時期，大概發生程度及發生之地域差異之預測方法。此預測法爲面的預測而非點的預測，感染好適葉面濕潤時間的出現係採集體的測取。感染好適葉面濕潤時間之推定基準，係基於強風或連續降雨與空中胞子之飛散，葉面付著胞子之減少，葉面濕潤時間之長短，及基於溫度對病菌之侵入率之差異，並根據感染好適葉面濕潤時間出現前5日間之氣溫考慮胞子形成量之不同等事實，設定九項基準。適合感染葉面濕潤時間，略稱好適條件。並以九項基準及下述要領預測葉稻熱病之發生。

1)好適條件在適用期間初現日可預測至第七日廣域的初發生，好適條件出現多，發生範圍廣，病斑密度高。

2)好適條件最初出現起，只要沒有極低溫來臨，可預測在2週後流行或發病增加開始時期。

3)好適條件初現起，一週內再出現之時，其日數多，流行開始時期之病斑密度高，呈即時發病之情形。

4)好適條件全然不出現，或僅限於極少數地點，顯然廣域的初發生之可能性極低。

(4) 適發指數法之預測(48)

適發指數法，係由桃園區農業改良場所建立。適發指數法之建立，基於下列之假設：

1)葉稻熱病初發前之氣象條件對病勢發展最具臨界性。

2)插秧後至 4月10日期間（約插秧後32天）之氣象條件與葉稻熱病之發生關係密切。

3)葉稻熱病病勢發展之環境條件因地區而異。病勢發展受溫濕度不同組合之影響。

4)新竹地區適宜葉稻熱病之感染溫度範圍爲 22～26℃，濕度範圍爲 89～96%。

根據上述理念導出經驗法則之預測模式：以週適發指數 WnFI≧80 爲葉稻熱病初發期之符合指標 (Coincident indicator)；而初發期定義爲發病率0.01%～1%。WnFI 爲週適發指數移動合計，適發指數係適合葉稻熱病病勢發展之溫濕度組合之加權指數。此預測法可依下列條件運用：

1)如果符合指標（週適發指數）WnFI≧80，表示葉稻熱病已達初發期。

2)如果符合指標出現在臨界日期 4月10日之前，葉稻熱病可能嚴重。

3)如果符合指標出現在臨界日期 4月10日之後發生一定輕微，可作「不須防治」之決策。

採用指標法預測輕重，作爲發佈防治適期之基礎，在新竹地區應用，準確度相當高，由表七可以看出符合指標出現之遲速與葉稻熱病發生類別之關係。而週適發指數之計算如下：

$WnFI=\sum DnFI$

$DnFI=4(T_1t_1h_1)+3(T_2t_2h_2)+2(T_3t_3h_3)+1(T_4t_4h_4)$其中

$(T_1t_1h_1)$：1日內溫度落於24～26℃而濕度落於89～96%之小時數。

$(T_2t_2h_2)$：1日內溫度落於22～24℃而濕度落於89～96%之小時數。

$(T_3t_3h_3)$：1日內溫度落於26～28℃而濕度落於89～96%之小時數。

$(T_4t_4h_4)$：1日內溫度落於20～22℃而濕度落於89～96%之小時數。

表七、符合指標（WnFI＝80）出現之遲速與葉稻熱病發生程度之關係（黃，1988）
Table 7. Relation of appearance of coincident indicator (WnFI=80) to the outbreak of rice leaf blast (Huang, 1988)

年 Year	出現在限閾前或後 Before or after threshold	發生類別 outbreak
1977	前	重
1978	前	中
1979	前	重
1980	前	輕
1981	前	重
1982	後	輕
1983	後	輕
1984	後	輕
1985	後	輕
1986	後	輕

註：限閾指四月十日

Ⅱ、整體（統計）預測模式

稻熱病發生預測模式，向來多半應用簡單線性迴歸 y=a+bx，以y爲葉稻熱病或穗稻熱病之發生程度，x 爲特定期間之氣溫、雨量、日照時間等氣象要素，選取相關性最高者爲變數。一般分析用基礎資料爲 5～10年，資料不足，相關性低，多數相關係數在0.6左右。如果擷取20年30年之資料，水稻栽培條件，病原之型態，防治法之改進，以簡單預測式不足以涵攝其複雜關係，因此爲多數學者所指摘[33]。由於單迴歸不易獲得穩定之預測準確度，後來有學者改採用數種氣象要素及水稻病原條件組合而成之複線性迴歸模式。

整體模式，實質上是經驗的模式，它把病勢進展過程當作一個黑盒處理，因其並未考慮自變數(預測因子)之效應及相互間之交感作用。其優點爲易於建立及應用方便，建立模式也較經濟。其缺點爲 (1)生物學邏輯差 (2)使用範圍只能內插，不能外延 (3)適用的時空範圍有局限性 (4) 只能作靜態預測，如高峰期的盛行率預測，而不能作動態預測，如逐日病勢變化之預測。

A.簡單直線迴歸預測模式

單迴歸預測模式，係以某特定時期之個別氣象要素與稻熱病發生程度之關係所建立之模式。發生程度之表示方法依採用之空間屬性 (Spatial attribute) 而有不同：因此就有病葉率、病莖率、發生面積種種預測模式：日本廣島縣，以病葉率爲 Y，7月第5半旬之降水量爲X,建立Y=0.46+0.0126(X-13.04) 之關係式，宮崎縣則以病莖率爲 Y，6月中旬至7月上旬之日照時數爲 X，建立Y=-0.51X+137.32之關係式。在日本以單一氣象要素分析與平均氣溫有關者16縣，與日照降水有關者15縣，與濕度有關者12縣[33]。

B.複線性迴歸預測模式

由於各種氣象要素，相互之間有密切之相關關係。一般認爲二個以上氣象要素組合與稻熱病發生之相關性可能較高，因此，就有複數性迴歸模式之開發。例如福島縣之發生面積預測，屬複線性迴歸預測模式。其稻熱病發生量爲W,W=1.23X+25.93Y-25.04Z，X爲6月之日照時數合計，Y爲 1月之最低氣溫平均，Z爲4月之最低氣溫平均。而各地區所採用之氣象要素各有不同；如茨城爲濕度、日照及雨水，愛知、島松爲氣溫與雨水，兵庫爲氣溫與濕度，熊本爲日照與降水。甚至有些地方採用多元的發生預測方程式[33] 。

本省應用複線性迴歸預測模式，始於 1979年。黃氏[2]利用1965－

1977年葉稻熱病發生面積資料及氣象資料,借助 CDC 6600，以逐步複線性迴歸分析法探討二、三、四月各旬之平均氣溫、最高氣溫平均、最低氣溫平均、氣溫較差、濕度、降雨量、蒸發量、日照時數、降雨日數、平均氣溫在22～25℃之累計日數、濕度>93% 或89%之累計日數、離效溫差累計值與五月發病程度之關係，建立迴歸方程式，供葉稻熱病預測之用。至1983年，更進一步探討本省七個地區第一期作葉稻熱病盛行率（發病面積／栽培面積）與冬季氣候之關係，並建立盛行率預測模式、分析結果顯示，冬季氣候之變異對葉稻熱病盛行率有顯著之影響：在各種氣候因素中，以氣溫因素最爲顯著；與盛行率呈正相關性。冬季三個月，以二月份之氣候對稻熱病之影響最大。利用各種不同之迴歸分析法，共建立七個區域性長期預測模式（見表八）：預測時間達 30-60天，所有模式在三月上半旬，可作成預報；根據盛行率發佈數值預報外，並根

表八 、台灣各地區葉稻熱病盛行率預測模式 （黃，1983)

Table 8. Regional forecasting models for disease prevalence of rice leaf blast in Taiwan (Huang, 1983)

區 別 District		預報日期 Date of forecasting	預測目標時間 Period for forecasting	模 式 Model	代號 Code	決定係數 R^2	標準誤 SE
台北	TP	Early March	Late April-Early May	$Y=-16.779+0.811MIT-4.156WS+0.292EV$	(Ⅰ)	0.82	1.11
新竹	HC	Early March	Late April-Early May	$Y=-525.531+97.146MAT_2-5.888MAT_2^2+0.118MAT_2^3$	(Ⅱ)	0.82	2.66
台中	TC	Early March	Middle April	$Y=-41.07+6.24MT_2-4.38MIT_2+0.72PD_2$	(Ⅲ)	0.83	1.82
台南	TN	Early March	Early April	$Y=-69.729+2.424MAT_2+0.443RH_{12}-0.057PR_1$	(Ⅳ)	0.79	2.62
高雄	KH	Early February	Early Middle April	$Y=-26.808+2.458MAT_1-0.252DS_{12}-0.153DS_1-0.375PR_{12}$	(Ⅴ)	0.96	1.87
台東	TT	Early March	Early-Middle April	$Y=-155.389+4.62MT_2+8.717TR_1+0.205DS_{12}+0.105PR_1$	(Ⅵ)	0.92	3.63
花蓮	HL	Early March	Early Middle April	$Y=-75.587-5.973MIT_{12}+7.944MIT_2+1.151RH_2-0.076PR_2+1.309PD_{12}-0.306EV_{12}$	(Ⅶ)	0.98	3.06

據表九之類別發佈多、中、少之類別預報。

經民國68～71年盛行率實測資料之驗證，台北、新竹、台中、台南、高雄、花蓮六區之模式預測效果較佳；台東之模式次之。檢討部分模式效力較差之原因有二：其一因預測因子有外挿之現象，影響預測值。其二可能因意外因素如藥劑防治方法顯著改變，而影響實測值。此種盛行率之預測，爲長期預測，可供爲防治策略性決策之參考[3]。

C.脊迴歸預測模式

(1)臨界日期預測模式

至 1986年，黃氏[5]等鑑於病害預測方法，各學者專家之研究並不一致，而每一類預測方法都有它的特性，適用範圍及使用條件。而一般複線性迴歸法也有其缺點，乃嘗試應用脊迴歸模式於葉稻熱病臨界日期 (Critical date) 之預測。所謂臨界日期定義爲初發期 (發病率=0.1%之日期)之前 5天。本模式基於兩種假設：(1)從挿秧至臨界日期之長短與變異較大之氣象變數相關。(2) 臨界日期與特定之日累計預測值有符合現象(Coincidence)。預測因子自117個溫濕度組合因子採用變方

表九、台灣各地區葉稻熱病發生年之類別 (黃，1983)

Table 9. Tentative classification for category of disease outbreak of rice leaf blast in Taiwan (Huang, 1983)

District	盛行率 Disease prevalence (%)			
	範圍 Range	少發年 Light outbreak	中發年 Moderate outbreak	多發年 Severe outbreak
台北 TP	1.6- 8.3	< 4.0	4.0- 6.0	6.0<
新竹 HC	2.0-14.0	< 5.3	5.3-10.0	10.0<
台中 TC	7.0-20.0	<10.3	10.3-15.8	15.8<
台南 TN	3.5-21.0	< 8.1	8.1-16.9	16.9<
高雄 KH	4.8-31.0	<14.1	14.1-24.7	24.7<
台東 TT	4.9-35.0	< 9.3	9.3-26.9	26.9<
花蓮 HL	6.0-57.0	<13.7	13.7-30.5	30.5<

貢獻率方法找出10個組合因子(見表十)，然後用脊迴歸法建立模式：以 y 爲日累計預測值 (Daily cumulative predictand)，xi 爲落於16～24℃及88～100℃之不同溫濕度組合因子之出現小時數累計值。臨界日期預測模式如下：

$$Y=0.013+0.059X_{71}+0.316X_{72}+0.150X_{73}+0.137X_{83}+0.130X_{84}+0.245X_{85}+0.033X_{86}-0.153X_{97}+0.375X_{98}+0.375X_{111}$$

本模式係以統計方法導出，然而其應用方式則採經驗法則，臨界日期視爲先行指標(leading indicator)，設定爲y≧24。臨界日期出現在防治限閾 4月10日 (或插秧後32天) 以前，須施藥防治，如出現在防治限閾後，因發病輕微，不影響產量，可作無須防治之決策。由表十一即可印證臨界日期出現之遲速與葉稻熱病發生程度之關係。本預測法實質上屬於反面預測之一種。

表十、溫濕度組合之獨立變數分類 (黃，1988)

Table 10. Independent variables of Temp-RH combinations studied in the model-building process. (Huang, 1988)

RH(%) \ Temp (°C)		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
		< 10	10.1-12	12.1-14	14.1-16	16.1-18	18.1-20	20.1-22	22.1-24	24.1-26	26.1-28	28.1-30	30.1-32	32<
1	< 60	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9	X_{10}	X_{11}	X_{12}	X_{13}
2	60.1-70	X_{14}	X_{15}	X_{16}	X_{17}	X_{18}	X_{19}	X_{20}	X_{21}	X_{22}	X_{23}	X_{24}	X_{25}	X_{26}
3	70.1-80	X_{27}	X_{28}	X_{29}	X_{30}	X_{31}	X_{32}	X_{33}	X_{34}	X_{35}	X_{36}	X_{37}	X_{38}	X_{39}
4	80.1-85	X_{40}	X_{41}	X_{42}	X_{43}	X_{44}	X_{45}	X_{46}	X_{47}	X_{48}	X_{49}	X_{50}	X_{51}	X_{52}
5	85.1-88	X_{53}	X_{54}	X_{55}	X_{56}	X_{57}	X_{58}	X_{59}	X_{60}	X_{61}	X_{62}	X_{63}	X_{64}	X_{65}
6	88.1-91	X_{66}	X_{67}	X_{68}	X_{69}	X_{70}	X_{71}	X_{72}	X_{73}	X_{74}	X_{75}	X_{76}	X_{77}	X_{78}
7	91.1-94	X_{79}	X_{80}	X_{81}	X_{82}	X_{83}	X_{84}	X_{85}	X_{86}	X_{87}	X_{88}	X_{89}	X_{90}	X_{91}
8	94.1-97	X_{92}	X_{93}	X_{94}	X_{95}	X_{96}	X_{97}	X_{98}	X_{99}	X_{100}	X_{101}	X_{102}	X_{103}	X_{104}
9	97.1-100	X_{105}	X_{106}	X_{107}	X_{108}	X_{109}	X_{110}	X_{111}	X_{112}	X_{113}	X_{114}	X_{115}	X_{116}	X_{117}

表十一、先行指標(臨界日期)之出現遲速與葉稻熱病發生程度之關係 (黃，1988)
Table 11. Relation of appearance of leading indicator (critical date) to the outbreak of rice leaf blast in O-mei 1977-1986. (Huang, 1988)

年 Year	出現在限閾前或後 Before or after the threshold	在限閾日之日累計預測值 Daily cumulative predictand at the thresold	發生類別 Outbreak
1977	前	29.9	重
1978	前	28.9	中
1979	前	34.1	重
1980	前	31.1	輕
1981	前	30.7	重
1982	後	16.1	輕
1983	後	11.8	輕
1984	後	9.9	輕
1985	後	4.1	輕
1986	後	23.7	輕

註：a) 臨界日期係日累計預測值達 24 之日期
b) 限閾指四月十日

(2)病勢進展曲線要素預測

病害發生情形，可由病勢進展曲線表示。病勢進展可藉曲線之要素 (element)來識別(見圖三)。因此病害預測也可藉預測曲線要素來完成預測目標。葉稻熱病預測可包括初發期、高峰期、進展期、傳染速率、曲線下面積、發病率預測等。黃氏探討曲線要素與初發期前一段時間，即插秧後1-25天內之氣象要素之關係，確立傳染速率(r)、初發期(DUDO)、高峰期(DUMDI)之脊迴歸模式,並以 Gormpertz 模式 $Yn=\exp\{-\beta e^{-rt}\}$ 爲病勢進展預測模式。上述模式列於表十二，可以用來描述整個病勢進展情況[48]。

Ⅲ、系統分析模式之預測方法

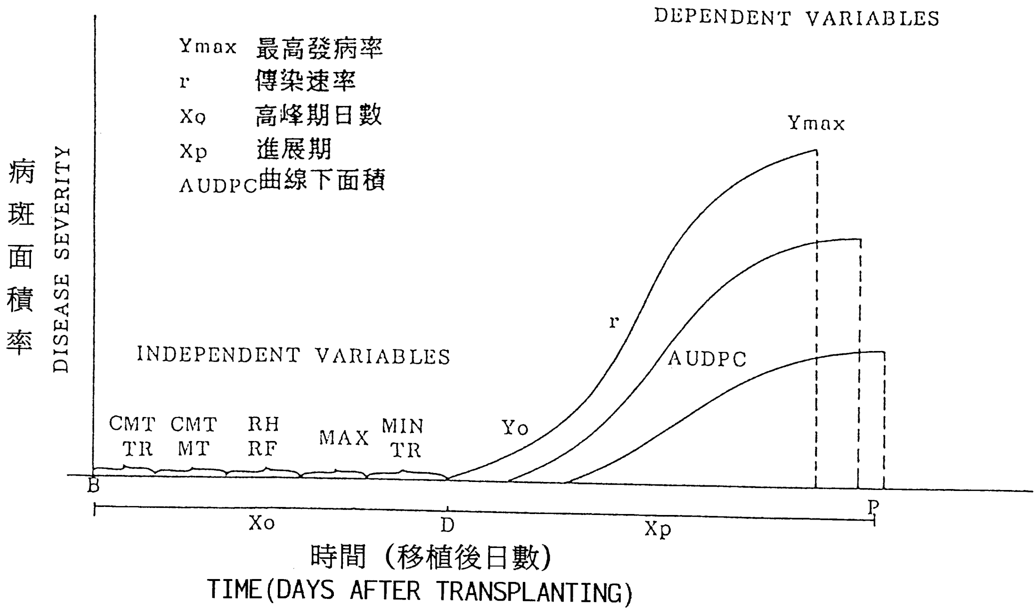
系統分析的模式或系統模式，係病害發生之情形用一個系統涵攝，將時間因素也併入模式之許多因素中，然後利用電子計算機構建模式。這種用數學模擬實際發病經過之系統，稱爲模擬模式(Simulation model)。這種系統模式之構建係有一定順序之分析步驟：(1)問題範圍之界定及認識

表十二、葉稻熱病勢進展曲線要素脊迴歸預測模式 (黃，1988)

Table 12. Ridge regression models for forecasting curve elements of rice leaf blast epidemics. (Huang, 1988)

要素 Element	模式 Model	決定係數 R^2	標準誤 SE
傳染速率 (r)	Y_r =-0.217+0.0154$MINT_5$	0.684	0.316
初發期 (DUDO)	Y_{do}=31.732+0.209$RH89_3$-0.068DWP_3 -1.714TR_5	0.991	0.009
高峰期 (DUMDI)	Y_{dm}=64.869+0.6243RF_1-0.1264DWP_3 -1.8702TR_5	0.976	0.024

註：$MINT_5$:插秧後第21-25天之平均最低氣溫。$RH89_3$:插秧後第11-15天之RH>89%之累計時數。DWP_3:插秧後第11-15天之累計露水時間 RF_1：插秧後第1－5天之累計雨量。TR_5:插秧後第21－25天之氣溫較差

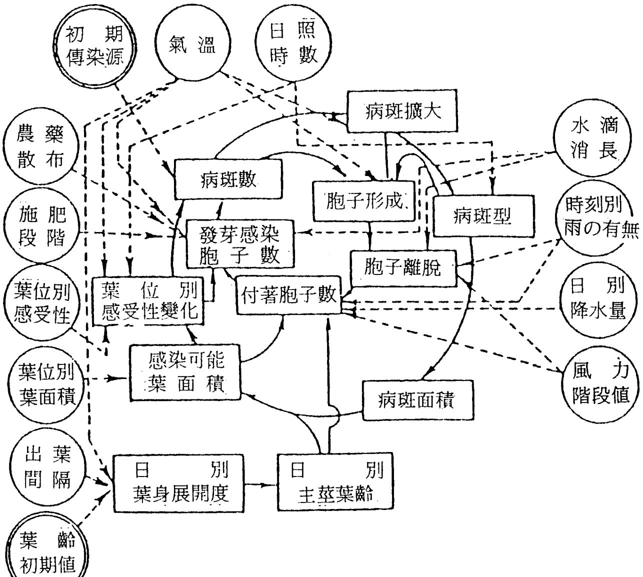


圖三、病勢進展曲線要素與分蘗盛期以前某期間氣象要素之關係 (黃，1988)

Fig 3. Relation of elements of disease progress curve and meteorological variables (Huang, 1988)

(2)觀念模式之設計(3)試驗(4)模式發展(5)模式之驗證(6)模式之執行及應用。系統模式可重複檢驗各組分，結構及實驗，逐步改進。1977～81年，日本農林水產省主辦發生預測特殊調查並開發稻熱病預測系統模式，由青森、福島、茨城、福岡各縣農業試驗場成立連絡體制各自開發模式。其中由橋本、太田、高井氏等報告葉稻熱病系統模式，高崎氏等報告穗稻熱病系統模式。依系統模式之處理內容可分為確定性模式 (Deterministic model) 及機遇性模式(Stochastic model)；葉稻熱病之模式屬確定性模式，穗稻熱病模式屬機遇性模式。

福島縣農業試驗場開發之系統模式稱為 BLASTL 。大體上，可用為一般水田葉稻熱病病勢進展之預測。本模式以代表 1 筆水田之 1 株水稻之平均生育經過及發病狀況為設想之對象，此稻株葉稻熱病病斑增加之經時變化，係基於病原菌生活史而算出。模式中要因之相互關如圖四所示[44] 。



○ ：輸入數值

□：演算項目

——→：演算流程(粗線)、算出數值之交付(細線)

------→：輸入數值接受

圖四、模式要因關連圖 (橋本，1982)

Fig 4. The structure of the simulation model for rice leaf blast. (Hashimoto, 1982)

其演算過程大致包括：(1)關於水稻生長之演算部分(圖中之日別葉身展開度及日別主稈葉齡之演算部分)，(2) 分生胞子動向之演算部分(圖中二層圓之內環部分)，(3)關於病斑之形態變化及水稻感受性變動演算部分(圖中二層圓之外環部分)等三部分所構成。有關水稻生長演算部分爲確定水稻日別之主稈葉齡，就對象水稻所設定之出葉間隔爲基礎，算出日別之頂葉抽出度。此葉齡成爲模式中水稻之生育時期，平均每株之葉面積及發病葉位之基準值，進而爲葉位別感受性程度之計算基礎。分生胞子動向有關之演算部分，爲處理分生胞子之形成、離脫、飛散、付著、侵入及定著之過程。各階段病原菌之行動，以過去生態學之知識爲基礎，如定量上不

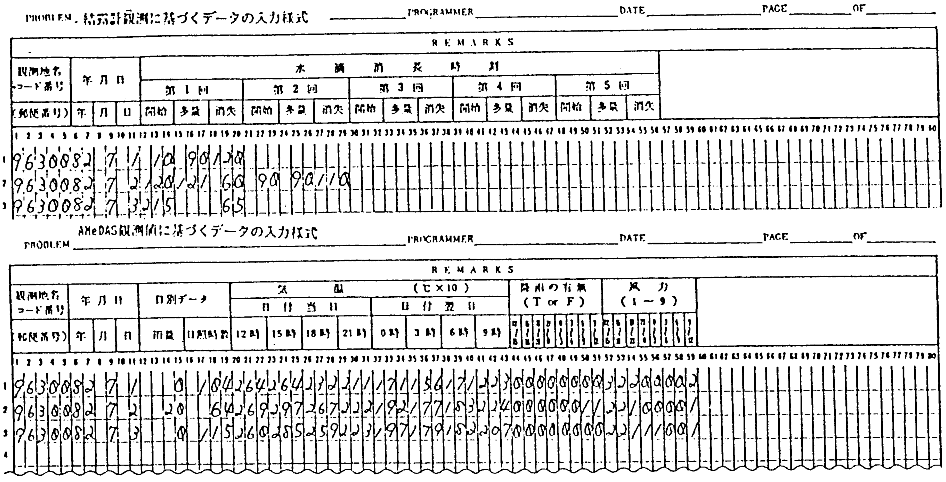
表十三、輸入之資料及參數 (橋本，1982)

Table 13. Input data and parameters. (Hashimoto, 1982)

種類 Item	具體的項目 Parameters
(I) 氣象條件 Weather condition	a)1日8回觀測氣溫 b)每3小時間之平均風力階級值 c)同降雨之有無 d)日別日照時數 e)同降水量 f)水滴保持開始時刻 g)多量水滴之保持開始時刻 h)水滴消失時刻
(II) 水稻生育條件 Rice condition	a)6月1日之葉齡 b)葉位別之出葉間隔日數 c)葉位別一平均株葉面積 d)出葉速度制御係數 e)葉身之老熟化所需日數 f)葉位別抵抗力係數
(III) 耕種條件 Cultural practice	a)施肥階段係數 b)農藥防除之有無(防除回數,月日,使用農藥之特性)
(IV) 胞子空中飛散特性 Spore dispersal	a)垂直擴散之定數 b)水平擴散之定數
(V) 傳染源之初期值 Inoculum	a)感染月日 b)感染葉位及病斑數

明確的事項以暫定式代入，每時期量的變化以每 3小時之氣象資料爲基礎，以胞子數爲基本單位演算。而病斑形態變化及水稻之感受性變動演算部分，就各個項目 1 日內之變化算出。關於病斑形態變化，經過接二連三不斷的潛伏期間，而發病之病斑數及感染日不同之個個病斑之擴大及病斑型之決定，並算出這些病斑數及個別病斑之大小；葉位別面積及一株平均病斑面積率及以後可能感染之剩餘葉面積。水稻之感受性程度以平均氣溫及日照時數爲基礎，由每葉位之日別變化算出。爲使模擬模式執行發生預測適應性上之便利，儘可能必要限定容易觀測之資料。BLASTL設定內容包含表十三所示項目資料及參數。

所用資料，取自氣象廳之地域氣象總合觀測系統AMeDAS之觀測資料及該水田畦畔設置之結露計之記錄。這些資料輸入如圖五之表格，然後存入磁帶，可供迅速輸出入演算之用。



圖五、LASTL氣象收錄樣式

Fig 5. Meteorological data record form for LASTL

就發生預測應用而言，此模式雖可模擬葉稻熱病發生狀況，然而仍有若干值得檢討之處，因其必須先設定多發生及少發生年度氣象資料並加入參考週間天氣預報之假想氣象資料，影響發病量之變動幅度極大，未到實用之階段。

四、發生預測系統

發生預測系統，殊難明確定義。所謂系統者，即諸型態中之型(Pattern)。而一種型態又可定義爲諸單元(Unit)之排列，而單元亦是一種型態或爲次系統[52]

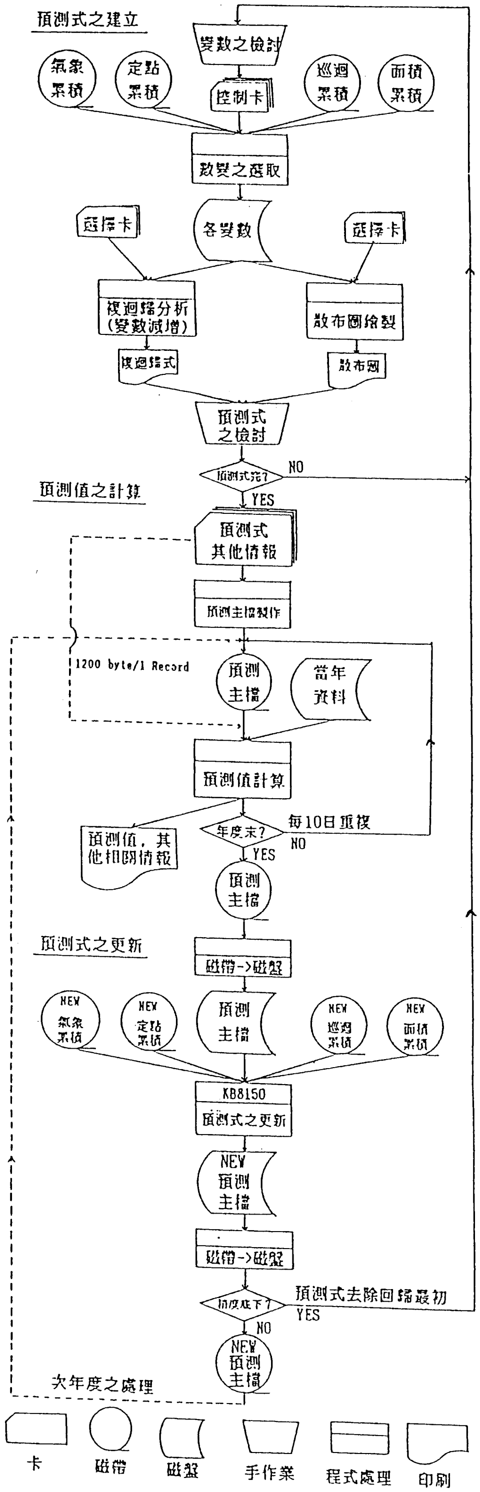
。總之，各單元透過某種規則而構成一個整體，即為系統。在此，稻熱病發生預測系統，不訪定義為以水稻、稻熱病菌、環境及三者之屬性間相互關係之集合，係藉助電腦系統輔助設計，以完成發生預測作業目標的一種體系，它包含資料(Data)、資訊(Information)、決策 (Decision-making) 之功能。以下所介紹即從上述定義揀擇之預測系統。

1、國外之發生預測系統

本文所謂發生預測系統，係以電腦輔助設計研發之預測系統。稻熱病發生預測，視為水稻病蟲害發生預測系統之部分者，當推日本廣島農試之河野富香氏等最早研發之水稻病蟲害預測系統。1975年河野氏[30]等發表利用電子計算機之病蟲害發生預察事業，報導系統開發之經緯，其中包括⑴系統開發體制，⑵系統化之基本考慮，⑶系統開發經過。其系統之概要包括①定點調查資料處理，②巡迴調查資料處理，③氣象資料處理，④ 預測處理四種獨立次系統(Subsystem) 所構成，使用之基本檔 (file)，有定點主檔 (Master)，巡迴主檔、氣象主檔及預測主檔四個。各主檔又包括蓄積每年之資料之累積主檔及逐次輸入每日或定期調查資料之當年主檔，累積主檔使用磁帶，當年主檔使用磁碟處理，內容包括①累積主檔資料之取出，計算平年值、標準偏差、極值等，當年主檔之年度始處理。②4-10月每10日作逐次調查資料處理，重複旬間之預測處理，③自當年主檔編印預測年報，年度末處理年間資料，並貯存於累積主檔。預測系統之流程如圖六所示[31]。

1981年河野氏[32]指出；今後待研究開發之事項包括利用叢聚分析 (Cluster analysis) 巡迴調查結果，闡明其地域分布之特徵，及以主成分分析法(principle component analysis) 探討氣象之特徵，選擇類似之年次，研判今年度與過去某一年度最為類似，作為發生預測之重要參考資料。同時指出，觀測項目，如氣溫、降水、日照不能單獨應用，須綜合加以研判，然後選取類似年以為預測之依據。至1988年，上原氏等以多變量分析法探討稻熱病之分布，闡明稻熱病不同發生程度與地理因素，標高、氣候之關係，使發生分布趨向更微細之劃分。筆者認為從經濟資源管理之角度上看，這種研究極有價值[17]。

1988年，美國 Rush et al[49] 報告，有關田間測試稻熱病電腦預測系統，該系統為電池運作之微電腦單元，可連續監測氣溫、葉面濕潤時間及相對濕度等微氣象因素， 並將微氣象資訊直譯換算出每日稻熱病發病單位 (blast units of severity, BUS)，其累計 BUS 值與稻熱病病勢發展呈顯著之高相關。用累計 BUS 值預測發病率之 logit 值其決定係數高達71～91%。



圖六、預測系統之一般流程

Fig 6. A flowchart of forecasting system

其他，如靜岡縣農業試驗場亦完成相似之系統[21]。上述為大型電腦HITAC-M160Ⅱ之利用。1986年丸諭氏[15]等報導千葉縣農業試驗場採用 CP/M86個人電腦，用 M-BASIC 86 作成水稻病蟲害發生預測資料處理系統，其資料檔採用隨機檔 (Random file)，以求高速化，高密度化。基本檔包括管理檔、調查資料檔、平年表檔、調查資料彙集表檔及其他檔。然而，仍有許多須待改善之處。

2、國內之發生預測系統

本省之葉稻熱病預測系統一直處於研發的階段。根據黃氏[6]之研究，稻熱病發生預測系統包括短期及長期預測兩個次系統，系統之架構如圖七所示。

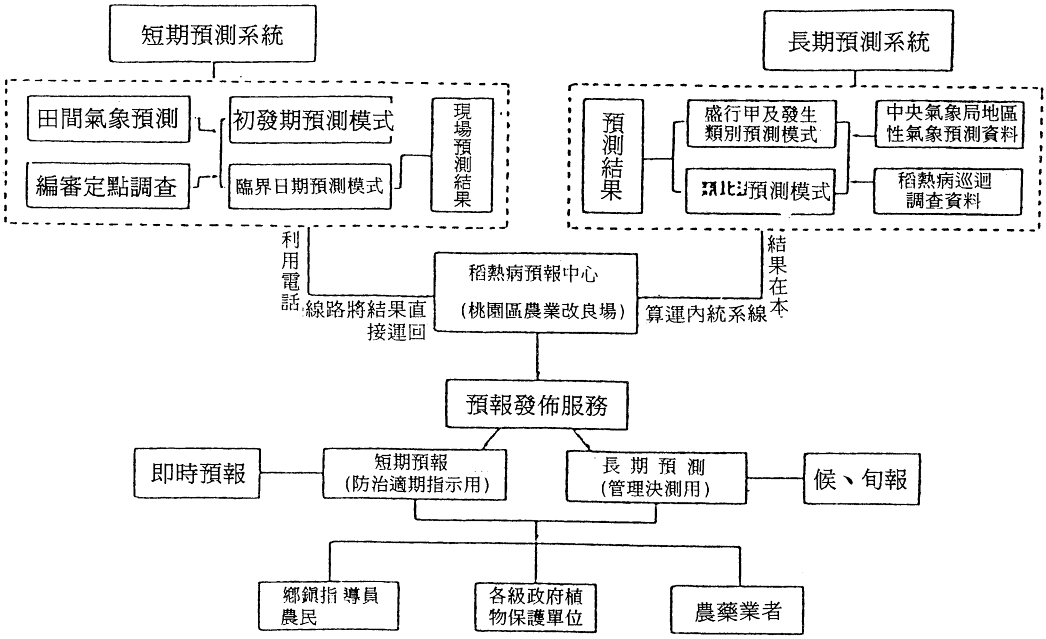
長期發生預測系統：其病害資料包括年度、期別、栽培面積及發病面積，氣象資料包括歷年最高、最低、平均氣溫、相對濕度、結露時間、降雨量、降水日數、日照時數、平均風速、風向等。

各定點及巡迴調查資料與氣象資料建立在一個資料庫；使大量資料易於輸入、讀、取、更新及消除，並連接統計分析及預測值計算系統。利用類比方法及迴歸方法建立預測模式及發生動態模式形成系統，供長期或早期預測之應用。此種預測系統，可由二種不同層次單位組合而成。第一種以農業氣候區為預測單位，例如桃竹苗三縣為一預測單位，台北、宜蘭二縣為一預測單位。第二種預測對象為依栽培方法之不同，或發生動態為主要預測目標，將環境條件不同之個別地帶為預測單位，如各種預測小區或鄉鎮。前者可以由類比及迴歸方法作成預測。後者則依巡迴調查結果，迅速作成動態的預報。系統部份包括：(1)發病資料統計分析，(2)氣象檔案，(3)預測值計算，(4)預測結果判定，(5)平年值處理，(6)警報發布。

短期預測系統：72年桃園區農業改良場研發完成葉稻熱病現場預報系統，作為即時現場預報葉稻熱病防治適期之用。

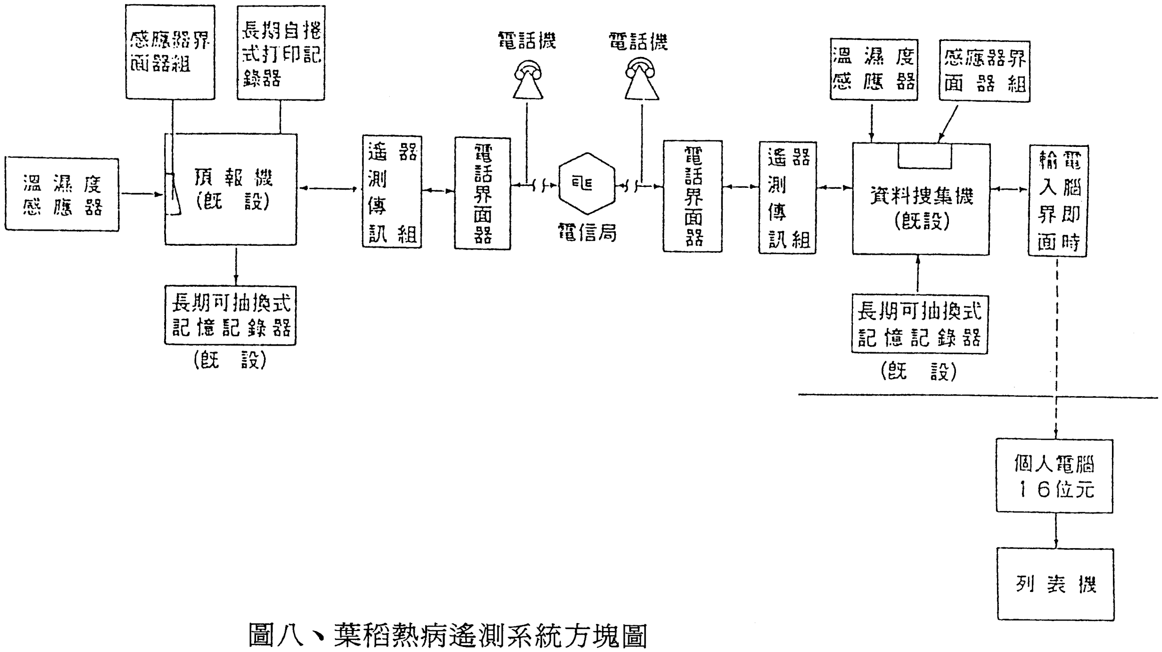
葉稻熱病現場預報系統主要包括硬體及軟體兩大部份。硬體部份由微氣象感應器、訊號轉換及界面器、主控制微處理機、資料記錄器、警報器組五個部份組成。軟體部份主要包括初發期及臨界日期預測模式。

本系統可全天候監視運作，並可瞬間記錄、輸出資料。有數值指示窗，可連續指示溫度、相對溫度、露點、預測值。裝有印表器可連續印出資料。本系統用來發佈初期及臨界日期兩種預測情報。初發期以週適發指數大小來判別，等於或大於80時由主電腦發出訊號驅動警報。臨界日期預測值可由指示窗判讀。目前正研究與本場預報中心連線化（見圖八），用以提升預報之功能。



圖七、水稻稻熱病發生預測系統示意圖

Fig. 7. The structure of forecasting system of rice blast disease.



圖八、葉稻熱病遙測系統方塊圖

Fig 8. General structure of on-line forecasting system for leaf-blast of rice.

五、結　　語

預測為稻熱病管理體系中之主要決策構成要素。為平衡病害管理之風險、成本、利潤之先決條件。稻熱病發生預測有二：一為發生期預測，一為發生量預測。又可因時間的長短劃分為短期及長期之預測；主要依預測的性質及目的而定。長期預測為策略性的預測，預測年之可能最大發病度，提供防治工作預措之參考及農藥業者調節供需之指標。短期預測為戰術性之預測，逐日推估近期病勢的演變情況，確定防治適期，作為稻熱病常發地區藥劑防治之決策參考。

論及稻熱病之預測方法，依研究者偏重之理念而有不同。早期側重病原菌之分生胞子飛散數之預測法及水稻植株成分含有率之預測法，近年則多利用氣象要素與發病關係之預測法。無論以何種理念為基礎所建立模式不外於經驗法則、整體(統計)模式及系統(模擬)模式。各種預測方法都有它的特性，適用範圍與使用條件。近年，本省稻熱病之預測已由巡迴調查之早期發現法改為經驗法則及統計模式之運用。並構建稻熱病之發生預測系統，包括兩個次系統，一為短期預測系統，一為長期預測系統。短期預測系統主要為葉稻熱病現場預報系統，採用初發期及臨界日期兩種預測模式，以反面預測方式提供防治適期之資訊。長期預測系統包括盛行率之預測模式及類別預測模式，後者主要依輕、中、重不同發生年冬季不同時程氣象條件做類似的比較。目前有系統架構，然而仍有待繼續完成。

近年以來，利用電腦技術建立模式，已蔚然成風。然多數模式無論是統計模式或系統模式，不無待改進之缺點。一般模式，點的預測居多，尚待多予研發面的預測模式。至於如何加强廣域面的預測研究，則不妨參照日本越水氏應用 AMeDAS 氣象資料，研發 BLASTAM 之方法詳加規劃。此外，日本亦有研究者利用多變量分析法將稻熱病發生區域分類，將過去病害調查資料依發生程度類別(無、微、輕、中、重)與氣候、土壤、地理因素一併分析，作成發生型之區域分類，導出病害管理之資訊。此種微細區域分類法所獲資訊亦應與一般預測方法所得資訊，合併運用，才能提升預測之精確度。

就病害管理之整體性著眼，模式之建立不能僅止於病害發生預測，今後病害預測模式應考慮聯結作物收量模式及經濟／決策分析,如應用風險分析 (risk analyis)，益本原理 (benefit-cost theory)及貝氏決策原理等(Bayesian decision theory)。

發生預測情報是否能靈活運用，達到實用的目標，除研發更精確的預測方法外，研究如何運用現代科技重新評估及建立發生預測連線系統，來傳遞資訊及改進目前不切合實際的情況，或許值得植物保護行政及研究工作者之深思熟慮。

六、參考文獻

1. 徐光啓　農政全書卷之十一　台灣商務印書館印行。

2. 黃益田、游俊明、詹雲峰、黃提源 1979 稻熱病流行學之研究。Ⅱ. 葉稻熱病發生預測程式之探索。 新竹區農業改良場研究報告 37:1-31。
3. 黃益田 1983 稻熱病流行學之研究。Ⅳ. 葉稻熱病盛行率預測模式之發展。 桃園區農業改良場研究報告 (1):22-37。
4. 黃益田、游俊明、陳獻、黃成立、莊旭禎 1984 葉稻熱病現場預報系統之發展。 桃園區農業改良場特報 第1號 1-39。
5. 黃益田、游俊明、黃提源、胡金源 1986 葉稻熱病發生預測—脊迴歸模式之程式。 桃園區農業改良場特報 第2號 1-95。
6. 黃益田 1987 台灣北部地區水稻稻熱病發生預測系統之研究(未發表)。
7. 鄭秋彬、黃益田、游俊明、林文雄 1981 水稻病蟲害巡迴調查資料庫系統。 新竹區農業改良場研究報告 40:1～51。
8. 蔡武雄、蘇鴻基 1984 水稻葉稻熱病預測 Ⅰ.氣象變數與病斑數進展。植保會刊 26:171～180。
9. 蔡武雄、蘇鴻基 1985 水稻葉稻熱病預測 Ⅱ.氣象變數、分生胞子數與病斑數進展之關係。 中華農業研究 34(1):71-78。
10. 蔡武雄 1986 水稻葉稻熱病預測 Ⅲ. 氣象變數與病斑面積率之關係。 植保會刊 28:111～117。
11. 小林次郎 1965 いもち病の發生予察法—氣象條件による發生予察(寒冷地)—。 日植病報 31(記念號-2):283～286。
12. 小林次郎 1980 葉いもちの發生初期における生態と予察 植物防疫三十年のあゆみ 173-177。
13. 千葉末作 1978 コンピュータによる稻イモチ病の發生予察について (青森縣の現狀) 今月の農藥 22(13):19-23。
14. 太田惠二 1982 シミュレーションによるイネいもち 病の發生予察法 (青森縣) 今月の農藥 26(8):12-19。
15. 丸 諭、清水喜一 1986 作物保護におけるマイコン利用 (1)水稻病害蟲巡迴調査のデータ處理。植物防疫 40:44-47。
16. 上原由子、井本征史、酒井泰文 1988 廣島縣におけるアメダスデータを利用したイもち病發生予察システム。 廣島農試報告 51:1-18。
17. 上原由子 1985 廣島縣におけるいもち病發生の多變量解析法による地域區分。 廣島農試報告 49:19-30。
18. 加藤德弘 1990 イネいもち予測モデル BLASTAM について。 今月の農藥 34(7):32-36。
19. 山中 達、山口富夫 1987 稻いもち病。p.281-306 東京 株式會社養賢堂發

行。
20. 吉野嶺一　1979　侵入環境とくに葉面ぬれ時間による稻イモち病の發生予測。今月の農藥 23(1):90-94。
21. 村松義司、小柳德二　1977　イネの病害蟲發生予察事業における電子計算機利用の試み。 植物防疫31(2):59-63。
22. 越水幸男　1982 アメダス資料 による葉いもち病の發生予察法　①。今月の農藥 26(1):46-53。
23. 越水幸男　1982 アメダス資料 による葉いもち病の發生予察法　②。今月の農藥 26(2):64-67。
24. 越水幸男　19822 アメダス資料による葉いもち病の發生予察法　③。今月の農藥 26(3):74-83。
25. 越水幸男　19822 アメダス資料による葉いもち病の發生予察法　④。今月の農藥 26(4):68-78。
26. 堀眞雄　1963　いもち病の發生予察技術に關する研究，とくに實験的予察技術を中心として。病害蟲發生予察特別報告　第14號：1～68。
27. 堀眞雄　1965　いもち病の發生予察方法ーイネの形態または化學成分による予察ー。日植病報　31(記念號-2)：301～306。
28. 奧野忠一　1965　いもち病の發生予察方法ー發生予察式に關する問題ー。日植病報 31(記念號-2)：313～318。
29. 松本和夫　1978　コンピューターによる稻イモチ病の發生予察。 今月の農藥 22(13):14-18。
30. 河野富香、藤原多見夫、木村義典、細川節男、池田匀　1975　病害蟲發生予察事業における電子計算機利用方法。第 2報 既存データのフアイル化。 廣島農試報告 36:49～56。
31. 河野富香　1977　病害蟲發生予察事業における電子計算機利用方法。第 4報　重回歸分析を中心とした予測値計算システム。廣島農試報告　39:1-20。
32. 河野富香　1981　水稻病害蟲の發生予察事業における電子計算機利用。　植物防疫　35:14-20。
33. 後藤和夫　1962　いもち病發生予察の技術的展望。病蟲害發生予察事業二十週年紀念誌:37-52。
34. 高橋喜夫　1958　いもち病發生予察法についてー葉鞘検定法の利用ー。植物防疫 12(8):1-7。
35. 高井　昭、小林　誠　1978　コンピューターによる稻いもち病の發生予察について　茨城縣の現狀　今月の農藥　22(13):29-33。

36. 高井 昭、金井克已 1982 シミユレーションによるイネいもち 病の發生予察法(茨城縣)。 今月の農薬 26(8):28-32。

37. 高崎登美雄 1978 コンピェーターによる稻いもち病の發生予察について (福岡縣の現狀)。 今月の農薬 22(13):33-37。

38. 高崎登美雄，1982 シミユレーションによるイネいもち病の發生予察法 (福岡縣)。 26(8):33-37。

39. 橫內 生、通口昭則、棟方 研， 1986 作物保護におけるマイコン利用 ③イネいもち病發生予察モデルのパソコン化 植物防疫 40:148-153。

40. 橫山佐太正 1980 水稻病害蟲要防除水準の設定、導入。 植物防疫三十年のあゆみ，p.27-30。

41. 横田敏恭 1987 病害蟲發生予察情報のオンライン化。 植物防疫 41:454-456。

42. 橋本 晃 1978 結露計による葉イもち病の發生予察 今月の農薬 22(5):46-50。

43. 橋本 晃 1978 コンピユーターによる稻いもち病の發生予察について 福島縣の現狀 今月の農薬 22(13):25-28。

44. 橋本 晃 1982 シミユレーションによるイネいもち病の發生予察法 今月の農薬 26(8):20-26。

45. 橋口涉子、加藤 肇、清水節夫 1981 長野縣における氣象條件のパタン分類ーイネいもち病予測モデルの改良へ向けてー環境情報科學 10(1):46-53。

46. 藤原多見夫、木村義典、河野富香、原田 仁 1975 病害蟲發生予察事業電子計算機利用方法。第1報 廣島縣におけるシステム概要。廣島農試報告 36:41-47。

47. Huang, Y. T. 1980. Some epidemiological studies on rice blast disease in Taiwan Plant Prot. Bull. (Taiwan, R.O.C.) 22:153-181.

48. Huang, Y.T. 1988. Development of models for forecasting rice leaf blast in Taiwan. Doctorate Dissertation. Tokyo Univ. Japan.

49. Kim, C. H., Mackenzie, D.R. and Rush, M.C. 1988. Field testing a computerized forecasting system for rice blast disease. Phytopathology 78(7):931-934.

50. Kranz, J. and Hau B. 1980. Systems analysis in epidemiology. Ann. Rev. Phytopathol. 18:67-83.

51. Ono, K., 1965. Principles, Methods, and Organization of Blast Disease Forecasting. in The rice blast disease：Proc. Symp. at IRRI, July, 1963: 173-194. Baltimore Maryland Johns Hopkins Press.

52. Robinson, R. A. 1976. Plant Pathosystems. Berlin & New York : Springer pp.1-2.

53. Sasaki, T and Kato, H. 1972. A Statistical method of Predicting outbreaks of rice panicle blast. Phytopathology 62:1126-1132.

54. Teng P. S. 1985. A comparison of simulation approaches to epidemic modeling. Ann. Rev. Phytopathol. 23:351-79.

The Forecasting Methods and Systems for Rice Blast Disease

Yih-tyang Huang
Taoyuan District Agricultural Improvement Station

Summary

Forecasting is a major component of decision making in the rice blast disease management system. For rice blast disease management , various methods for forecasting disease occurrence have been proposed, including methods based on the knowledge of type of blast occurrence , of behavior of blast fungus,of growth phase and chemical components of rice plant , of analyses of weather patterns , and of relation between weather conditions and outbreak of disease etc. All these forecasting methods proposed for blast disease of rice can be categorized into three forms：empirical rules and holistic (statistical) models and systems analytic (simulation) models. Empirical rules is usually based on the assumption of coincidence between the meteorological conditions and disease occurrence. Statistical models for forecasting blast disease of rice can be divided into two types, e.g. simple regression models and multiple regression models. Simple regression models provide estimates of disease intensity with any climatic factor, such as temperature, rainfall, duration of sunshine etc. at a given time period. Multiple regression modele estimate disease intensity with many climatic factors at different time periods. In recent years, the efforts to develop simulation models for rice blast disease were made by a group of Japanese researchers, such as a model simulating the rice leaf blast called BLASTL.

In Taiwan, two main types of forecasting models, i.e., the long-range and short-range forecasting models, have been developed. The long-range forecasting models, relating the disease prevalence to winter climate, are primarily developed to estimate the probable maximum intensity of the epidemics. The short-range forecasting

models, relating the initial occurrence and elements of disease progress curve to the weather conditions from time of transplanting until active tillering stage, are used to estimate the amount and time of disease occurrence. The short-range forecasting models are served as tactical models, they can be used for negative forecast and made available for the on-site forecasting system (electronic rice blast alarm). Models for forecasting disease prevalence can be used for generating the long-range forecast as an aid in planning of management strategy. Both types of model are integral parts of the forecasting system of rice blast disease, although these methods are different, they should not necessarily be regarded as mutually exclusive, they should be regarded as mutually complementary.

In the past decade, the use of computers has led to develop various types of computer-based systems in Japan, to assist in data filing and processing, and in modelling. Most of which consited three independent subsystems, i.e. the system for processing data from fixed plots, the system for processing data from patrolling fields, and the system for processing data from meteorological observations at Agricultural Experiment Station. Moreover, a nation-wide new on-line system for forecast informations has been established and made avaiable for disease forecasting and warning service.

水稻紋枯病之生態及防治

Ecology and Control of Sheath Blight of Rice

杜金池 *　　張義璋 *

Chin-Chyu Tu　Yih-Chang Chang

一、前言 65
二、水稻紋枯病之發生與感染源 66
三、揷秧時期稻田水中菌核分佈之影響因子 69
四、紋枯病原菌之生長及菌核形成 69
五、紋枯病原菌對裡作及水田雜草之寄生 73
六、紋枯病原菌之殘存 73
七、稻罹患紋枯病之損失估計 73
八、稻紋枯病之防治 78
九、結語 79
十、參考文獻 80

一、前　　言

依據農林廳報告[24·25]，以往本省水稻紋枯病主要爲害第二期稻作。但民國 55 年第一期稻作紋枯病發病面積遽增爲47,656公頃，達栽培面積之14%。從此而後，兩期作稻紋枯病之發病面積率互有多寡。每期作防治稻紋枯病之面積甚廣，第一期作平均270,516公頃，第二期作平均411,399公頃，花費不貲。但兩期作稻紋枯病之發病面積率未曾再低於10%；第一期作最高爲58年之32.3%，最低爲71年之11.7%；第二期作最高爲57及58年之23.5%，最低爲67年之11.3%。由此可謂，稻紋枯病已儼然成爲本省稻作之重要風土病(表一)。

民國58年農復會曾舉辦稻作病害研討會，會中吳龍溪教授綜論稻紋枯病時，已有論及其生態及防治[3]。66年農復會再辦水稻病蟲害之生態學與流行學研討會，蔡及游[19]就紋枯病之流行學及產量損失加以論述。兩篇均將過去有關之研究結果，尤其日本之研究成果，做非常詳盡之綜合討論，參考價值頗高。但因地域性、時間性及耕

* 臺灣省農業試驗所 所長、副研究員

作方式之不同，均足以改變病害之生態環境。本文僅就66年以後國內有關紋枯病生態及防治之研究，做一綜述討論，與前兩次研討會相似處，則予簡略概述。

二、水稻紋枯病之發生與感染源

水稻紋枯病之病原菌爲 *Thanatephorus cucumeris* (Frank) Donk，無性世代爲 *Rhizoctonia solani* Kühn AG1所引起[4,28,30]。病原菌主要以菌絲及菌核生長與繁殖，環境適宜時亦會產生有性世代之擔孢子[7,19]。由紋枯病生態學研究結果，發現其主要初次感染源(Primary inoculum)爲菌核，二次感染源(Secondary inoculum)則以菌絲爲主[5,6,9,10,11,27]。吉村[2]曾報告，推測有性世代之擔孢子可爲二次感染源，但尚未見試驗證明，故不予討論。

(一)、初次感染源

杜及張[6]以自行設計之水中菌核捕集網，採集水稻田水中之紋枯病菌菌核，分析田間菌核之消長，累積兩年兩地之試驗結果，發現植稻期間田水中漂浮的紋枯病菌菌核量，以整田後至插秧期間含量最多。插秧後田間菌核捕集數逐日遞減，一個月後就不易捕捉到菌核，如圖一及圖二所示，除少部份菌核附著在稻株上外，大部份菌核被漂流到四周之田埂上，成爲無效感染源。堀[11]曾報告紋枯病發生過程分爲六個階段，有關初次感染源部份爲第一階段"菌核浮上期"，期間自插秧至分蘗中期，田水中菌核量受越冬菌核量及土壤攪動次數影響，及第二階段"菌核漂流期"，期間自分蘗中期至幼穗伸長初期。目前田間菌核之消長已與堀氏之報告不同，其原因可能與耕作方式改變有關[6]。

稻紋枯病菌之菌核在田水中漂流碰到稻植株時，菌核附著在稻葉鞘外側，並隨水稻之生長而昇高，至分蘗期因莖數增加，稻叢間濕度加大，菌核開始發芽感染葉鞘致病，此即爲第一次感染源。從插秧至分蘗中期在田中所採集到之菌核，其發芽率約爲50～75%之間，分蘗期田間紋枯病之發生，與附著菌核之水稻叢數，及菌核發芽率有關[6]。

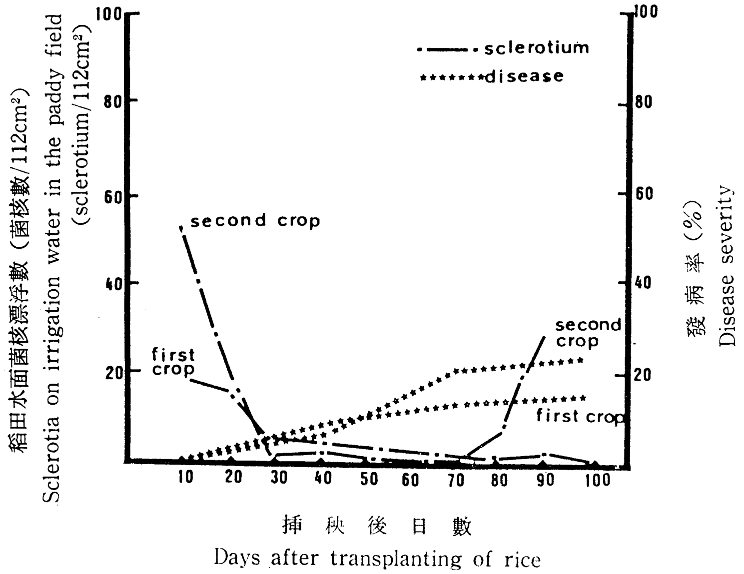
(二)、二次感染源

插秧15～30天後，即水稻分蘗期，紋枯病從稻叢基部開始發生。病菌侵入水稻組織後，開始利用菌絲在組織中蔓延，濕度大尤其遇下雨時，病斑會急速往上擴展。水稻分蘗盛期以後，行株間逐漸被稻葉所充塞，田間交織的稻葉即爲第二次感染源傳播之工具。至孕穗期及抽穗期時，紋枯病進行叢間之橫向病勢進展。田間觀察發現，利用發病莖之病葉傳染時，如遇天候乾燥，因葉片基部受害水份無法輸送，極易乾枯而失去傳染之能力；但健株之葉片伸展至發病叢受病菌感染時，無論天候乾或濕，病菌

表一、近年來本省水稻紋枯病發生情形

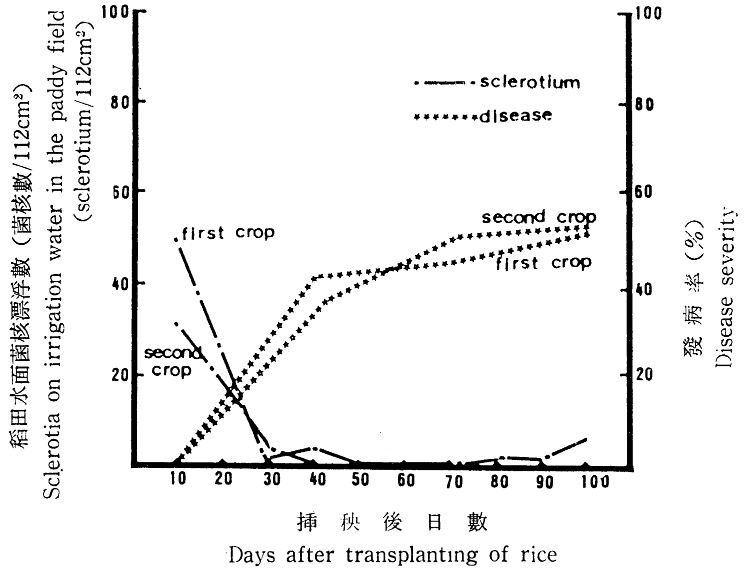
Table 1. The incidence of sheath blight of rice in Taiwan

年別	第一期作					第二期作				
	栽培面積	發病面積		防治面積		栽培面積	發病面積		防治面積	
	公頃	公頃	%	公頃	%	公頃	公頃	%	公頃	%
1963	315,019	10,796	3.4	13,983	4.4	434,201	58,523	13.5	63,171	14.5
1964	332,178	14,017	4.2	18,327	5.5	432,757	83,345	19.3	135,575	31.3
1965	329,683	28,887	8.8	34,431	10.4	443,235	71,803	16.2	133,268	30.1
1966	339,745	47,656	14.0	92,159	27.1	448,890	72,050	16.1	242,463	54.0
1967	337,376	87,472	25.9	281,556	83.5	449,721	79,164	17.6	469,412	104.4
1968	340,089	70,931	20.9	207,115	60.9	449,817	105,683	23.5	505,187	112.3
1969	341,877	110,334	32.3	356,496	104.3	444,715	104,617	23.5	539,321	121.3
1970	341,224	62,707	18.4	249,011	73.0	434,915	99,005	22.9	431,025	99.8
1971	333,621	66,715	20.0	250,884	75.2	419,830	72,879	17.4	327,018	77.9
1972	329,610	80,897	24.5	405,006	122.9	411,960	55,743	13.5	492,531	119.6
1973	324,331	63,412	19.6	399,139	123.1	399,833	63,092	15.8	554,929	138.8
1974	345,275	59,432	17.2	373,325	108.1	432,574	81,750	18.9	618,178	142.9
1975	358,087	60,577	16.9	463,088	129.3	432,161	90,137	20.9	917,317	212.3
1976	361,401	49,320	13.6	415,266	114.9	424,942	55,734	13.1	687,314	161.7
1977	357,871	54,172	15.1	384,346	107.4	419,738	56,321	13.4	594,872	141.7
1978	352,177	47,266	13.4	375,611	106.7	440,131	49,555	11.3	571,503	129.8
1979	338,804	51,409	15.2	327,153	96.6	381,808	54,683	14.3	447,171	117.1
1980	327,372	42,789	13.1	330,860	101.1	310,065	42,912	13.8	314,019	101.3
1981	318,468	47,971	15.1	303,025	95.2	348,614	48,637	14.0	444,700	127.6
1982	316,510	36,961	11.7	295,001	93.2	342,869	44,074	12.9	409,895	119.5
1983	324,082	51,942	16.0	327,896	101.2	321,397	70,863	22.0	370,110	115.2
1984	285,684	46,893	16.4	277,875	97.3	301,008	43,993	14.6	332,740	110.5
1985	277,498	37,015	13.3	256,109	92.3	286,180	42,110	14.7	358,675	125.3
1986	268,769	36,613	13.6	170,408	63.4	262,792	44,495	16.9	277,694	105.7
1987	255,329	33,322	13.1	250,997	98.3	246,163	38,347	15.6	243,227	98.8
1988	240,698	32,022	13.3	227,585	94.6	230,367	39,965	17.3	215,056	93.4
1989	243,074	31,128	12.8	217,277	95.6	-	-	-	-	-
平均	319,846	50,469	15.8	270,516	84.6	382,719	64,211	16.8	411,399	107.5



圖一、屏東麟洛試驗田菌核數與紋枯病之發生消長（杜及張，1981）

Fig. 1. Relation between sclerotial population of the pathogen and disease severity of rice sheath blight in Pin-tung trial (2 years average) (Tu & Chang, 1981)



圖二、臺中大安試驗田菌核數與紋枯病之發生消長（杜及張，1981）

Fig. 2. Relation between sclerotial population of the pathogen and disease severity of rice sheath blight in Taichung trial (2 years average) (Tu & Chang, 1981)

之菌絲均能順著葉片傳染到健叢上。此即可說明，氣象不適合一般眞菌病害發生之年份，本省紋枯病發生面積率尙高達10%以上之原因(表一)；相對濕度高，有露水或下雨時，病菌之蔓延則更迅速[6]。環境適宜時，紋枯病菌從長出菌絲至產生成熟菌核，只需80小時[13]。田間微氣象變化很大，病菌自侵入水稻組織後，一般需要 5～10天，即可陸續產生菌核。新形成之菌核因受外力振動，會掉落田中。因此在挿秧約70～80天後，所採集之菌核量又呈不規則之升高，此時所捕集之菌核發芽率爲 90～100%，雖然發芽率高，但田間不易見到這些菌核感染孕穗期或抽穗期水稻[6]。因爲紋枯病以菌絲爲第二次感染源，所以本病在田間之分佈型態爲聚集型 (Cluster type)。

三、插秧時期稻田水中菌核分佈之影響因子

杜及張報告，在屏東及臺中兩處紋枯病觀察田之東北角、東南角、西南角、西北角及稻田中心點等5處採集植稻期間田水中之菌核，每處又設置東、西、南及北等4個方向之菌核捕集網。屏東觀察田由西北角灌水，東北角排水；臺中觀察田則由東南角灌水，西北角排水。結果顯示，同一採集點四個方向之捕集網所採到之菌核量無顯著差異。第一期作初期，西北季風較强，稻田東南角水面漂浮之菌核量最多，與其他角落呈極顯著之差異(表二)。因此，菌核在稻田水面之分佈受風向及風速影響最大，灌漑水次之[6]。

四、紋枯病原菌之生長及菌核形成

(一)、溫度對菌絲生長及菌核形成之影響

溫度低於 4℃或高於40℃時，紋枯病菌即停止生長。在36℃培養30日，菌絲僅生長約 1mm；8℃時多數菌株尙能緩慢生長，每日僅生長約1mm。紋枯病菌之最適生長溫度爲28℃，在此溫度下菌絲每小時可生長1.27mm，即每日可生長3cm以上(圖三)。

菌核形成以24～28℃溫度下形成最快，約接種60小時即有菌核形成，80小時菌核轉爲褐色。其他溫度下紋枯病菌形成菌核所需培養時間分別爲：32℃需70小時；20℃需80小時；16℃需 96小時；12℃則需時132小時。各種溫度下，菌核均陸續形成，培養至3週後即趨穩定。在PDA培養基上，紋枯病菌以16～20℃之溫度範圍內所產生之菌核量最多(圖三)。溫度對紋枯病菌形成菌核之影響，菌株間之敏感性差異很大[13]。

在恆溫培養箱內，利用人工接種測定病勢進展，結果發現28℃最適合發病，24℃病斑擴展最迅速，12℃以下接種 7日後尙未見發病(表三)。病莖上，紋枯病菌以24℃爲最適形成菌核之溫度(表三)[6]。

表二、水稻插秧後50日內紋枯病菌菌核在稻田水中之分佈 (杜及張，1981)

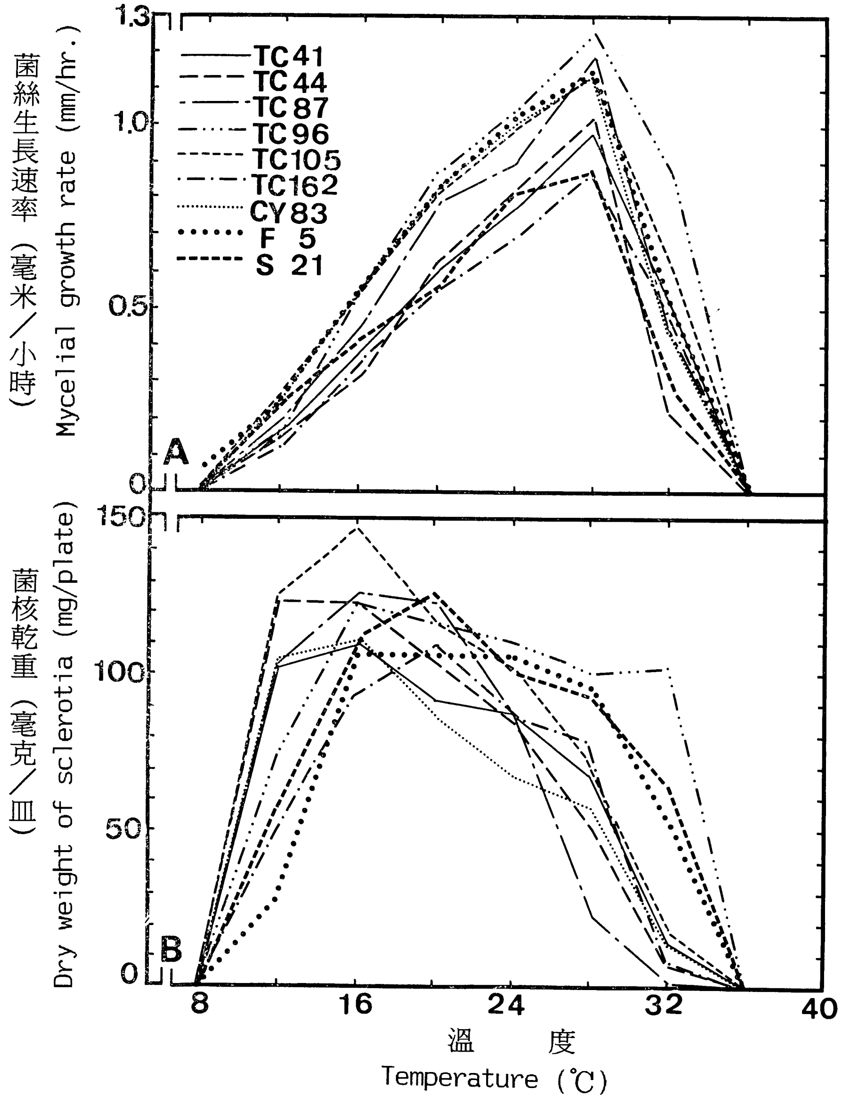
Table 2. The distribution of the sclerotia of *Rhizoctonia solani* AG 1 in the paddy 50 days after transplanting of rice (Tu & Chang, 1981)

位置	屏東					臺中				
	插秧後日數					插秧後日數				
	10	20	30	40	50	10	20	30	40	50
第一期作	a)									
西南角	2.0	4.8	3.8	3.0	2.0	79.8	32.3	0	3.5	0
西北角	17.3	16.3	15.8	9.0	7.3	40.3	77.0	0.3	13.0	0
東北角	16.3	15.3	4.8	4.8	3.8	50.0	25.8	0.5	4.3	0
東南角	63.5	100.8	22.0	13.3	10.8	167.8	94.8	1.8	8.3	0
田中心	12.5	3.0	0	4.0	3.0	54.3	4.0	0.3	0.3	0
平　均	22.3	28.0	9.3	3.6	5.4	38.4	47.6	0.6	5.9	0
5%LSD	31.6	26.7	9.1	7.8	5.9	69.1	76.9	n.s.	n.s.	n.s.
1%LSD	52.5	44.4	15.1	13.0	9.7	114.7	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
第二期作										
西南角	98.5	16.5	1.8	0.5	2.5	18.8	1.0	0	0	0
西北角	93.0	77.3	2.5	3.8	5.0	16.8	2.8	0.3	0	0.3
東北角	75.0	4.8	2.8	6.0	5.5	19.3	4.5	0.8	0	0
東南角	70.8	19.0	5.3	4.3	2.0	24.8	4.0	1.3	0	0.8
田中心	59.8	11.3	0	1.0	5.8	28.3	2.8	0	0	0
平　均	79.4	25.8	2.2	3.1	4.2	21.6	0.3	0.5	0	0.2
5%LSD	n.s.	25.4	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
1%LSD	n.s.	42.2	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

a) 表中所列數字係4個捕集網10天所捕集之活菌核數目平均。

(二)、濕度對菌絲生長及菌核形成之影響

相對濕度81～92%最適合稻紋枯病之發生。接種10天調查，相對濕度 55～100%



圖三、溫度對稻紋枯病菌不同菌株生長(A)及菌核形成(B)之影響 (張，1985)

Fig. 3. Effect of temperature on mycelial growth (A) and sclerotial formation (B) of various isolates of *Rhizoctonia solani* AG1. (Chang, 1985)

表三、溫度與水稻紋枯病之關係 [a]) (杜及張，1981)

Table 3. Effect of temperature on the disease incidence of rice sheath blight [a]) (Tu & Chang, 1981)

溫度(℃)	發病百分率	潛伏期(天)	病斑大小(cm^2)	平均菌核產生數／莖
12	0	—	—	—
16	42	2	3.8 X 0.7	0
20	94	2	8.1 X 1.2	10
24	94	2	15.7 X 1.0	11
28	100	2	7.7 X 1.0	9
32	85	2	6.6 X 0.7	3
36	64	2	4.3 X 0.4	0

a)供試水稻爲臺南五號，稻齡63天，接種後5天調查發病，菌核量爲累計14天結果。

間各處理之發病率均達100%，但病斑大小卻有差異，以相對濕度 88%環境下病斑最大，達16.8cm X 1.1cm [5,6]。

基質之滲透水份潛勢對紋枯病菌菌絲生長之影響，會受溫度影響而有差異。溫度高時最適菌絲生長之水份潛勢較低。如菌株TC44於溫度12至24℃間之最適水份潛勢爲-5.1bars，28及32℃則均爲-8.0bars；菌株TC96於12至20℃間之最適水份潛勢爲-3.4 bars，24℃ 時爲-5.1bars，28及32℃則均爲-8.0bars。基質水份潛勢低至-47.7bars時，培養3日尚未見有菌絲生長 (圖四)[13]。

基質之滲透水份潛勢對紋枯病菌菌核形成之影響，菌株TC44所需之最適水份潛勢與菌絲生長所需者相似，12及16℃以-5.1 bars爲最適，20至32℃之間則以-10.2bars爲最適水份潛勢，水份潛勢低至-34.4 bars時，各種溫度下均未見有菌核形成。菌株TC 96在各溫度下均以-10.2 bars之水份潛勢最適合菌核形成，當水份潛勢低至-34.4 bars時，在溫度24至32℃之間尚有菌核產生。因此，TC96菌核形成能力對水份潛勢耐度較高 (圖五)[13]。

(三)、酸鹼度對菌絲生長及菌核形成之影響

菌絲生長最適酸鹼度，菌株間略有差異。菌株TC44爲pH7.0，偏酸至pH4.2時其生長尚無顯著差異，但pH值升高至8.0時，菌絲生長已顯著緩慢；最適菌株TC 96生長之

酸鹼度爲pH5.0至6.0左右，其生長曲線則與TC44相類似（圖六）[13]。

酸鹼度對菌核形成量之影響亦因菌株及溫度而有差異，菌核形成量以菌株TC96較多，而且受酸鹼度之變化所影響較小；菌株TC44受酸鹼度影響情形，以20及24℃兩種溫度下較大，28℃時酸鹼度之影響較小。兩個菌株及三種溫度下均以鹼性較有利菌核形成（圖六）[13]。

五、紋枯病原菌對裡作及水田雜草之寄生

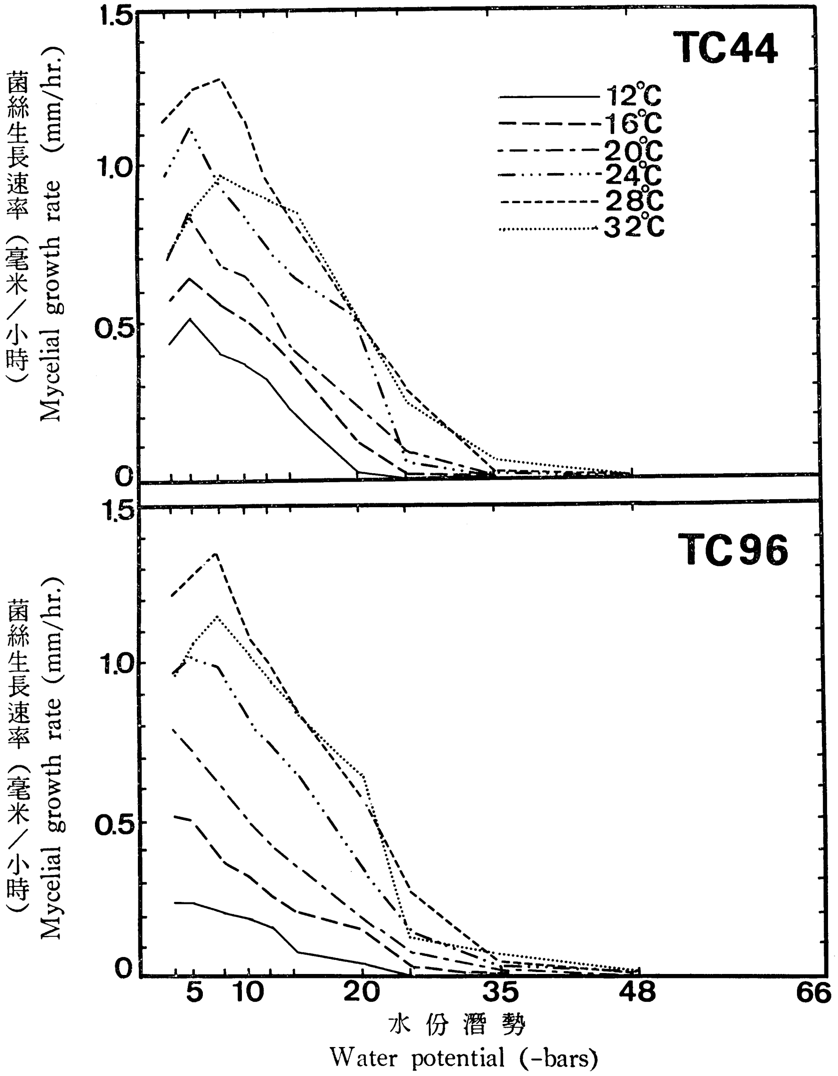
紋枯病原菌爲多犯性，環境適宜或在人工環境下接種對多種植物皆可爲害。但在田間，因環境之變化大就不見得有機會感染。杜及張[6]報告，本省田間馬鈴薯黑痣病分別由 *Rhizoctonia solani* AG1～AG4所引起，紋枯病原菌(AG1)佔9.3%；水田種植豌豆裡作，亦會發生腰折病，屬於AG 1者約12%而已；其他水田裡作作物如亞麻、玉米、高粱、大豆、綠豆、紅豆、蔬菜如白菜及芥菜等，在田間栽培時均可見被害情形，由病徵上辨別，如爲紋枯型病斑大多爲AG 1所引起，如爲腰折或根腐等其他型病徵則AG 1菌群即非單一之感染源。田間水田雜草被紋枯病菌感染最普遍者爲稗草、鴨舌草、母草、紅骨草、螢藺、三稜草及黃花水丁香等。

六、紋枯病原菌之殘存

稻紋枯病原菌主要以菌核爲殘存體，稻紋枯病病株上很容易形成菌核。簡等[21]報告，田間紋枯病發病率28.5%時，每公頃產生菌核量高達200萬個之多。杜等[5]報告，紋枯病發病率18% 時，每公頃產生的菌核量高達300萬之多。病株上之菌核在水稻收穫後，大部份菌核掉落於稻樁上，分析稻樁上與土表面菌核量比值平均爲7.9比1（表四）[6]。收穫時菌核發芽率約爲90～100%，殘存至下期作插秧時降爲70～80%，到分蘗期約爲50～75%。菌核被埋入積水狀況之砂土中約可存活 8個月，在土表面則可活 2年之久（表五）[6]。

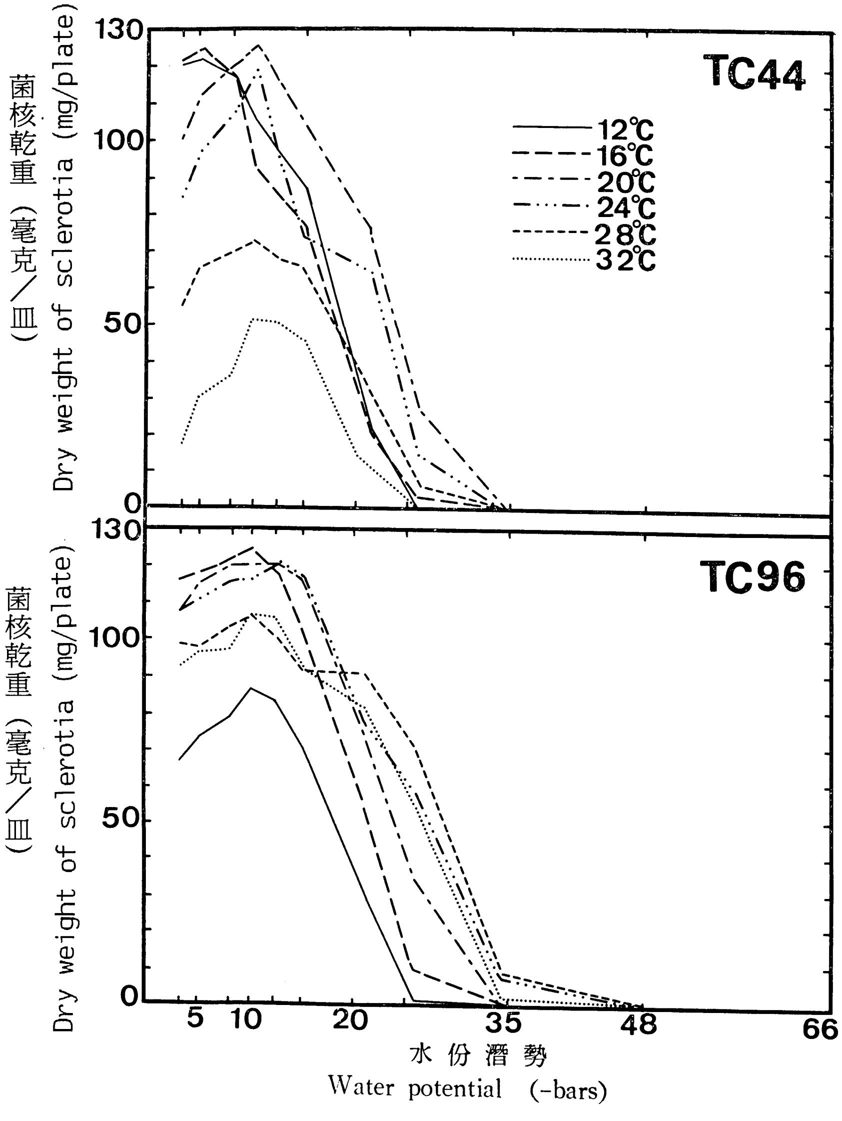
七、稻罹患紋枯病之損失估計

水稻罹患紋枯病之損失估計，因品種不同及期作別而有差異。蔡[17,18]報告，水稻在不同時期感染或接種紋枯病菌時，以分蘗期及孕穗期發病者損失最大，臺南五號損失可達44%，臺中在來一號可達30%左右。同時指出，若分別在病斑到達劍葉、由下而上第4葉片及第2葉片時施藥，臺南五號在第一期作之損失分別爲43.0、22.3及9.0%，第二期作分別爲31.9、16.3 及10.1%；臺中在來一號在第一期作之損失分別爲32.9、27.5及8.5%，第二期作各爲26.2、11.3及6.6%。



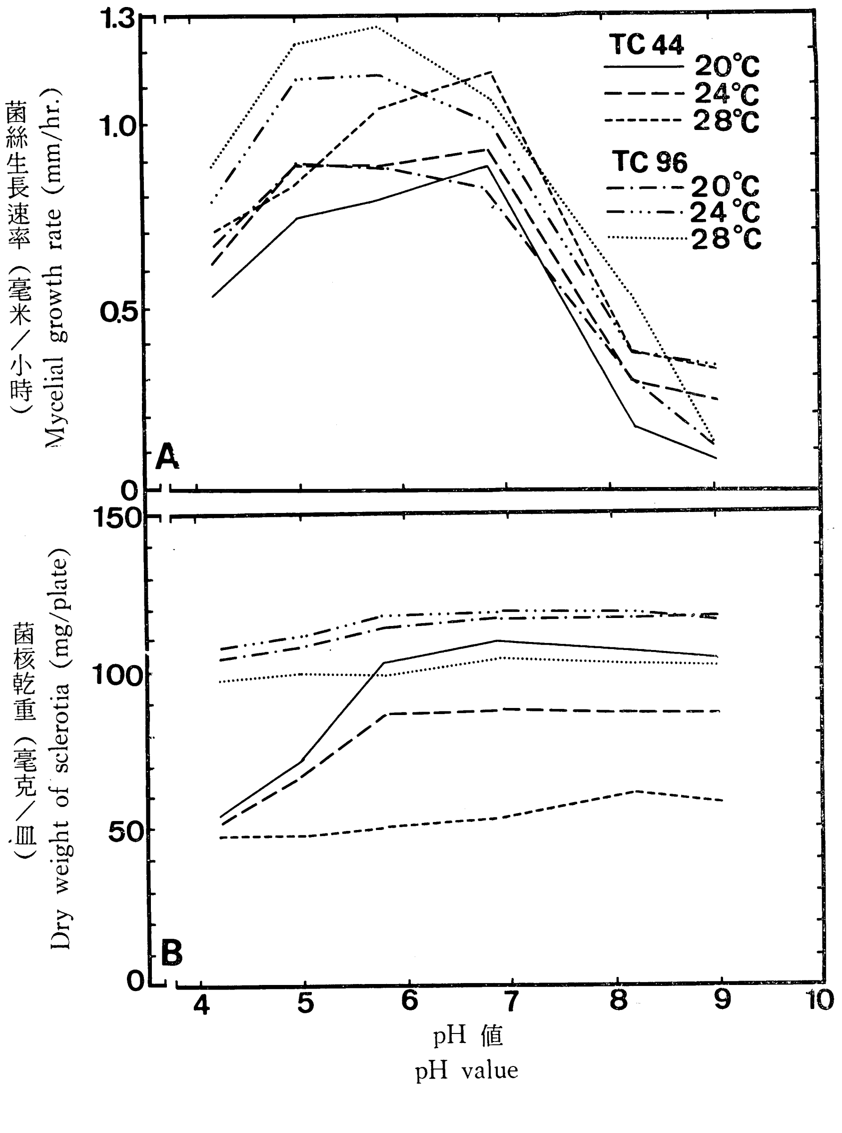
圖四、水份潛勢對稻紋枯病菌生長之影響（張，1985）

Fig. 4. Effect of water potential on mycelial growth of *Rhizoctonia solani* AG1 (isolates TC44 and TC96). (Chang, 1985)



圖五、水份潛勢對稻紋枯病菌菌核形成之影響（張，1985）

Fig. 5. Effect of water potential on sclerotial formation of *Rhizoctonia solani* AG1 (isolates TC44 and TC96). (Chang, 1985)



圖六、酸鹼度對稻紋枯病菌生長(A)及菌核形成(B)之影響 (張，1985)

Fig. 6. Effect of pH value on mycelial growth (A) and sclerotial formation of *Rhizoctonia solani* AG1 (isolates TC44 and TC96). (Chang, 1985)

表四、水稻收穫後稻椿上與土壤表面上紋枯病菌菌核量之比較(杜及張，1981)
Table 4. The sclerotia of *Rhizoctonia solani* AG1 on rice stubble and soil surface after harvest of rice. (Tu & Chang, 1981)

小 區	稻　椿	土 壤 表 面	比　值
A	4.0	0.6	6.7
B	99.6	7.0	14.2
C	1.8	0.2	9.0
D	27.6	7.6	3.6
E	9.8	2.6	3.8
平 均	28.6	3.6	7.9

表五、紋枯病菌菌核在不同土壤深度中之存活百分率 (杜及張，1981)
Table 5. Survival percentage of the sclerotia of *Rhizoctonia solani* AG1 in different depths of soil. (Tu & Chang, 1981)

埋設土壤深度	處 理 後 月 數													
(cm)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	13	16	20	24
土 表 面	100	78	86	61	62	90	84	92	94	90	85	62	8	2
2	100	28	78	6	14	22	9	14	0	0	0	0	0	0
4	100	15	28	6	12	16	7	2	0	0	0	0	0	0
6	100	13	36	12	4	6	8	0	0	0	0	0	0	0
8	100	19	20	12	10	6	4	0	0	0	0	0	0	0
10	100	19	22	10	16	8	2	0	0	0	0	0	0	0
12	100	15	20	14	14	12	0	0	0	0	0	0	0	0
14	100	6	18	2	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0

張[14]依據國際稻米研究所水稻檢定計畫所訂紋枯病罹病等級，由自然發病田採取不同發病等級之稻叢，以叢爲單位分析罹病度與產量之關係，結果臺南五號及臺農

六七號叢收量與紋枯病罹病度關係符合直線迴歸。第一期稻作，臺農六七號之迴歸程式爲Y=41.6277-1.9991X，相關係數r=-0.6240，臺南五號之迴歸程式則爲Y=30.5349-1.2814X，相關係數爲r=-0.6006，顯示叢收量與罹病度呈直線負相關，同時兩個相關係數均達極顯著。兩個品種之有效分蘗數與罹病度並無相關性存在。兩品種之穗重及稔實率，均與罹病度呈直線負相關，而且斜率與叢收量之相關斜率相似。另由各罹病度之叢收量平均值推算減產率，則可發現罹病度輕時，臺南五號之減產率比臺農六七號爲大，但罹病度達 9級時臺農六七號之減產率反較臺南五號爲大，詳見表六。第二期稻作，叢收量與紋枯病罹病度之相關亦呈直線負相關，其斜率與第一期稻作相似，相關係數亦達極顯著，但其係數較低，其主因可能與第二期作其他病蟲害較多有關。利用收穫前 3日調查之罹病度和植稻期間每10日調查一次之罹病度總和，分別與叢收量或穗重進行相關程式分析，結果 4條相關直線之斜率極爲相似。

表六、水稻產量及減產與紋枯病之關係 (張，1986)

Table 6. Yield and yield loss of rice in relation to disease severity of sheath blight

罹病度	臺南五號		臺農六七號	
	產量(克／叢)	減產率(%)	產量(克／叢)	減產率(%)
0	33.1 ± 1.8	—	42.3 ± 2.8	—
1	28.4 ± 1.5	14.2	38.8 ± 1.9	8.3
3	24.2 ± 1.3	26.9	34.7 ± 2.6	18.0
5	23.5 ± 1.1	29.0	31.8 ± 2.1	24.8
7	22.2 ± 1.3	32.9	30.6 ± 1.8	27.7
9	19.8 ± 1.6	40.2	21.6 ± 1.8	48.9

八、稻紋枯病之防治

(一)、抗病品種

鄧及許[20]報告，無任何水稻品種可以抵抗病原菌之侵入，但生育後期的病徵，品種間有很明顯的差異，植株高大之品種表現比較抗病，半矮性品種似有偏向感病之

趨勢，但少數半矮性品種具有與高大品種同樣抗病之特性，因此以雜交育種法育成優良而抗病之半矮性品種是可能的。杜及張[6]以田間具中抗之稻品種行人工接種，發現品種間之發病率並無差異，但病斑大小在品種間卻有不同。蔡[16]利用不同接種方法檢定水稻品種(系)對紋枯病之抗性，其結果並不一致，有些品種(系)在幼苗期及成熟期均呈抵抗性或感病性，有些在幼苗期表現抵抗性在成熟期表現感病，有些相反在幼苗期表現感病性但在成熟期表現抗病。

(二)、藥劑防治

陳及簡[12]於1958年經二期田間試驗，發現有機砷劑 Tuzet對稻紋枯病有防治效果，因而登記爲推廣藥劑。隨之，透過委託試驗陸續有新的有機砷劑登記。非有機砷劑之應用，在1967年證實抗生素 Polyoxin 具防治效果，但因防治次數比有機砷劑多兩次，而被列爲防治參考藥劑，至1976年才被登記爲正式推廣藥劑。在此之前，1971及1972 年分別有 Ohric 及 Tachigaren 兩種非有機砷劑登記推廣。從此而後，大部份申請委託試驗者均以非有機砷劑爲主，至今各農藥包括不同劑型已有15種推廣藥劑[23]。

有關防治時機與防治效果關係之研究，蔡[17,18]報告，早期防治可減少產量損失，藥劑防治次數與經濟防治水準，則依紋枯病發生之嚴重性而定。彭及唐[15]分別在水稻分蘗期、孕穗期及抽穗期，施藥一次或兩次，觀察防治效果，結果分蘗期施藥兩次防治率達74.0%最好，孕穗期防治兩次之防治率71.2%次之，分蘗期防治一次之防治率64.7%，孕穗期防治一次之防治率58.9%，而抽穗期防治兩次及一次之防治率則分別爲27.8及19.9%，顯示早期防治較能控制病情，至抽穗期再防治其效果甚差，因此以分蘗期爲施藥的最佳時期。

九、結　　語

近四分之一世紀以來，每年本省水稻紋枯病在兩期稻作之發生均甚爲普遍，儼然已爲本省稻作主要之風土病。由紋枯病菌之生態學研究結果，得知本病主要以菌核爲初次感染源，菌核會漂浮於水中，植稻期間田水中之菌核量以整田至插秧期間最高，漂浮水中之菌核大部份被漂流至稻田四周之田埂上，少數菌核附著在稻植株上，分蘗期叢間濕度增大，附著在稻植株上之菌核開始發芽感染水稻致病，發病後病菌靠菌絲在交織的稻葉間進行二次感染，所以初次感染源多寡影響分蘗期之發病，分蘗期之發病又直接關係到後期之發病率，由此結果推論早期防治效果較佳，由試驗證明早期在分蘗時進行施藥防治效果好。稻紋枯病目前未發現有抗病之推廣品種，有關耕作防治、生物防治或綜合防治等均未見有完整之研究，爲今後可努力之方向。

十、參考文獻

1. 井上好之利、內野一成 1963 稻紋枯病に關する研究。第一報被害の生態ずよび藥劑防除。指定試驗(病蟲害)第 4號 136頁。日本農林水產技術會議事務局山口縣農業試驗場出版。
2. 吉村彰治 1955 稻紋枯病の被害について。九州農試彙報 3(1): 143 - 154。
3. 吳龍溪 1971 稻紋枯病。p.49 - 76。邱人璋編 稻作病害。pp.371。農復會刊印。
4. 杜金池、張義璋 1978 *Rhizoctonia solani* Kühn 之菌絲融合群及其對水稻之病原性。p.263 - 285。邱人璋編 水稻病蟲害：生態學及流行學。pp.331。農復會刊印。
5. 杜金池、張義璋、王仲文 1979 水稻紋枯病菌之生態研究。 科學發展月刊 7(12): 1208 - 1219。
6. 杜金池、張義璋 1981 水稻紋枯病原菌之生態及生物防治。臺南農改場研究彙報第15號 1 - 24。
7. 杜金池、張贛發 1976 水稻紋枯病菌單擔孢子菌株間之培養性狀、抗藥性和病徵型之比較。 中華農業研究 25(1): 13 - 22。
8. 岩田和夫 1975 紋枯病の要防除水準。今月の農藥 19(7): 18 - 22。
9. 高坂淖爾 1958 稻紋枯病の發生機並びにその防除に關する調查研究。病害蟲發生予察資料第61號 290頁。日本農林省振興局植物防疫課出版。
10. 高坂淖爾 1958 稻紋枯病に關する研究とくに發生生態に關する實驗的考察と藥劑防除法について。中國農業研究第20號 133頁。日本中國農業研究協議會出版。
11. 堀眞雄 1967 稻紋枯病の被害預察と防除法。農業と園藝 42: 1389 - 1392。
12. 陳其昌、簡錦忠 1961 稻紋枯病藥劑防治試驗 臺大農學院專刊 10: 179 - 196。
13. 張義璋 1985 影響稻紋枯病菌生長及菌核形成之因子。中華農業研究 34: 454-463。
14. 張義璋 1986 紋枯病罹病程度對稻穀產量之影響。中華農業研究 35: 202 - 209。
15. 彭洪江、唐地元 1990 水稻紋枯病流行動態、藥劑防治時期及指標的研究。植物病理學報 20(2): 153 - 158。
16. 蔡武雄 1975 水稻品種品系對紋枯病抵抗性不同檢定方法之比較。農試所研究彙報 32: 22 - 28。
17. 蔡武雄 1975 水稻紋枯病不同發病程度與產量及產量損失關係之研究。 植保會刊 17(4): 410 - 417。
18. 蔡武雄 1976 紋枯病對水稻產量損失估計。植保會刊 18(2): 106 - 119。
19. 蔡武雄、游俊明 1978 水稻紋枯病之流行學及其對產量之影響。p. 247 - 262。邱

人璋編 水稻病蟲害：生態學及流行學。PP. 331。農復會刊印。

20.鄧耀宗、許東暉 1979 水稻抗紋枯病之研究 1. 抗紋枯病之稻品種及其特性。中華農業研究 28(3): 145 - 150。

21.簡錦忠、鍾順昌、朱啓魯 1963 稻紋枯病菌菌核脫落之數量及其發芽試驗。中華農業研究 12(2): 7 - 13。

22.簡錦忠、洪雲卿、劉鐵寧 1969 稻紋枯病病原菌菌核之病原性。 農業研究 18(4): 19 - 23。

23.臺灣省政府農林廳編 1960-1990 植物保護手冊。

24.臺灣省政府農林廳編 1960-1989 臺灣省植物保護工作總報告。

25.臺灣省政府農林廳編 1960-1989 臺灣省農業年報。

26.Hori, M. 1969. On forecasting the damage due to sheath blight of rice plants and the critical point for judging the necessity of chemical control of the disease. Rev. Pl. Prot. Res. 2: 70 - 73.

27.Iwata, K. 1964. The number of sclerotia on the rice plants affected by sheath blight disease and the structure of hybernated sclerotia. A. Rep. Soc. Pl. Prot. Hokuriku 12: 19 - 23.

28.Ogoshi, A. 1975. Grouping of *Rhizoctonia solani* Kuhn and their perfect stages. Rev. Prot. Res. 8: 93 - 103.

29.Tsai, W. H. 1974. Assessment of yield losses due to rice sheath blight at different inoculation stages. J. Agric. Res. China 23(3): 188 - 194.

30.Tu, C. C. and Chang, Y. C. 1978. Studies on the anastomosis goups of *Rhizoctonia solani* Kuhn in Taiwan. J. Agric. Res. China 27(4):325 - 343.

31.Yu, C. M., Ling, K. C. and Ou, S. H. 1976. Effect of nutritional and microclimatic conditions on the development of sheath blight disease of rice. Plant Prot. Bull. (Taiwan) 18(3): 261 - 267.

32.Yu, C. M.,Huang, Y. T. and Tsay, H. J. 1980. Disease development of rice sheath blight . Plant Prot. Bull. (Taiwan, R.O.C.) 22(3): 263 - 267.

疑似紋枯病之水稻菌核性病害

Several Sclerotial Diseases Regarded as Pseudo Sheath Blight Disease of Rice

游 俊 明 *

Chun-ming Yu

一、前言 83
二、疑似紋枯病的涵意及其名稱由來 84
三、疑似紋枯病的各種菌核性病害及其病原菌特性 .. 85
四、疑似紋枯病在田間之發病情形及其分佈 87
五、疑似紋枯病之病勢進展及其病原菌之病原性 ... 93
六、疑似紋枯病對稻米之收量及品質之影響 94
七、疑似紋枯病之防治 96
八、結語 98
九、參考文獻 98
十、英文摘要 101

一、前　言

依據文獻記載，水稻病害的種類繁多(32)，然而各地區病害發生的種類，以及爲害程度，常由於地區之氣象條件、栽培品種及栽培管理制度上之不同而有差異。在台灣除了偶而遇到天氣的異常變化或者栽培品種的突然改變之外，一般而言，稻熱病和紋枯病，多年來一直是兩大重要的稻作病害。通常稻熱病主要發生於第一期作，而紋枯病則於第一、二期作均可普遍的發生(29)。而且就發生面積而言，紋枯病是所有稻作病害當中，發生面積最大者，雖然抗病品種檢定篩選工作，每年仍在不斷的進行中，但是到目前爲止，仍然找不出抗病性品種。由於水稻紋枯病的病徵主要發生於葉鞘與葉片上，其典型病徵在葉鞘上形成水浸狀暗綠色到淡褐色或灰色的大型斑紋，且病斑上常形成顯而易見的大型球形菌核，因此在病害診斷上，肉眼很容易就可以判別出來。然而紋枯病發病初期都在水稻分蘗盛期，在水稻生長茂盛的情況下，農民如果不仔細的觀察，就很難注

* 桃園區農業改良場　副研究員兼作物環境課課長

意到葉鞘基部的病害正在蔓延中。因此當農民發現紋枯病迅速蔓延，才開始防治時，卻錯過了防治適期，因而防治效果不儘理想。

在本省的紋枯病防治藥劑當中，有機砷劑是農民最普遍使用，而且價格最便宜的藥劑。近年來偶而也曾聽到農民的反應，施用有機砷劑效果不太好的情形。遇到此種情況，通常會被認爲是農民施藥時期不適當，或者是使用藥劑用量不足，甚至懷疑農民施用的是僞劣農藥等，而並沒有進一步追查眞正的原因。直到最近日本方面報導(3,13,18,20,21,25,31)有「疑似紋枯病」的現象發生後，筆者才開始注意到是否台灣也有同樣的現象。經過田間採樣分離調查結果，證實本省也有所謂「疑似紋枯病」的情形發生(35,36)。爲了讓從事植物保護工作的同仁們，能進一步了解所謂「疑似紋枯病」的涵意、名稱由來、各種病害的病徵及病勢進展等，本文將整理日本及國內有關之報告資料等，報導如後，以供參考。

二、疑似紋枯病的涵意及其名稱由來

1955年在日本的山口縣發現當時被廣泛使用於水稻紋枯病防治的有機砷劑，其防治效果有變劣的現象，因而懷疑是否有耐藥性病菌的出現。後來經證實是一種新型態的紋枯病，其病徵與典型的紋枯病略有差異，其主要病徵是病斑比紋枯病之病斑較爲濃褐色，而且在病斑表面上不形成菌核，此點與紋枯病有明顯的不同。本病之病原菌，當時被稱爲紋枯病類似菌 *Corticium* sp.(17)並被證實該菌對有機砷劑的耐性較紋枯病菌強。本病害之病斑與1939年中田及河村兩氏(1)報告之蘭草紋枯病菌 (*R. solani* ⅢB) 侵入水稻葉鞘時，所形成的褐色病斑相同。因此後來渡邊及松田兩氏(30)將本病稱之爲疑似紋枯病。此後於1970年，竹谷及田村兩氏(4)亦報告在石川縣也發現此種病害，在316採集點中發現 24點有此種病害，當時稱此病害爲水稻紋枯病類似症狀， 並稱此病原菌爲紋枯病類似症狀菌 *Pellicularia* sp. 亦證實此菌對有機砷劑的耐性較紋枯病菌強。到了1977 年渡邊、鬼木及野中等氏乃將山口縣及石川縣所發現的菌及 *R. solani* ⅢB 與蘭草紋枯病菌，做菌絲融合及病徵與病原性相互比較，結果證實均爲同一種病原菌，即均屬於 *Rhizoctonia solani* ⅢB，並命名爲褐色紋枯病。然而除了褐色紋枯病以外，仍有其他幾種菌核病，如赤色菌核病，褐色菌核病及灰色菌核病等亦可形成類似紋枯病的病斑(5,15,16,28)，因此目前一般所稱的疑似紋枯病或紋枯病類似症，並不是只指褐色紋枯病一種病害而言，而是指紋枯病以外，其他可以產生與紋枯病類似病斑的各種菌核病。換言之，通常所指的疑似紋枯病，主要包括褐色紋枯病，赤色菌核病及褐色菌核病三種病害。在日本過去15年間「疑似紋枯病」或「紋枯病類似症」被廣泛的使用。然而在日本植物病理學會編的「日本有用植物病名目錄」書本中，並沒有這個病名的記載(1)。因此到了1989年在日本菌學會第33回大會講演要旨中，野中氏發表報告稱，水稻疑似紋枯病是指紋枯病以外，能形成類似紋枯病之病斑的各種菌核性病害而言(19)。

在台灣疑似紋枯病的名稱也是最近幾年才出現的(35,36)。過去在水稻菌核性病害方面的研究，主要仍然偏重水稻紋枯病，其次爲小粒菌核病，雖然其他菌核性病害也有調查記錄(27)，但仍缺乏有系統的研究報告。游氏(35)在1983年首先發現水稻褐色紋枯病後，才引起部份研究人員的注意。1984年游氏(36)做了全省性的調查，並發現疑似紋枯病的各種菌核性病害，主要發生在本省南部地區(表一)。

表一、本省疑似紋枯病之各種菌核性病害之分佈情形

(游，1984)

Locality	NO. of sample	*Rhizoctonia solani* ⅢB	*Rhizoctonia oryzae*	*Sclerotiom oryzae-sativae*
Kaohsiung area	97	35	27	21
Chianan area	89	2	22	24
Taichung area	116	2	6	2
Hsinchu area	103	0	6	26
Lanyang area	65	0	12	22
Taitung area	21	1	4	2

三、疑似紋枯病的各種菌核性病害及其病原菌特性

一般而言，所謂疑似紋枯病係指水稻紋枯病以外的各種菌核性病害，而其產生的病徵類似紋枯病之病徵者而言，例如赤色菌核病、褐色菌核病、褐色紋枯病、灰色菌核病及球狀菌核病等，雖然每種病害如用人工接種時都有其典型的病徵，然而在田間時常有幾種菌核性病害混合發生(15,16,23,36)，以致於病害判別時，亦有實際上的困難或混淆。本文謹就其中三種重要的菌核病，即赤色菌核病，褐色紋枯病及褐色菌核病等，就典型病徵及病原菌特性加以說明如下，以供參考。

1、褐色紋枯病菌 *Rhizoctonia solani* Kühn (AG-2 Type-2, ⅢB, rush type)

有性世代：[*Thanatephorus cucumeris* (Frank) Donk]

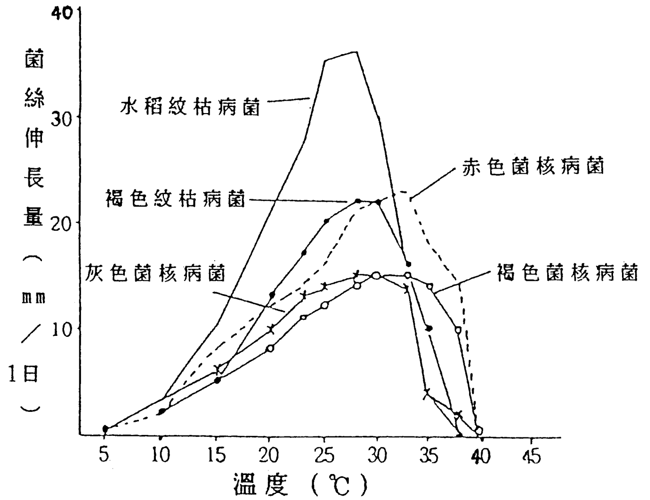
褐色紋枯病 (Brown sheath blight)，通常發生時期比紋枯病較晚，一般都在水稻抽穗期以後發生，特別是在紋枯病防治後的稻田較易發生。本病害與一般的水稻紋枯病非常相似，主要不同點在於本病之病斑周圍較紋枯病之病斑呈濃褐色，而且在病斑表面上不會形成菌核(31)，偶而在病斑之組織內，即葉鞘之外表面與內表

面之間，可以形成小橢圓形之菌核。菌絲生育初期與紋枯病菌相似，到後期會形成濃褐色的環形[31,35]。菌絲生育溫度為5～38℃，生長適溫在28～30℃之間。本菌屬於菌絲融合群的 AG-2 Type 2，屬於培養型的 ⅢB, rush type[12]。本菌最早由中田氏1933年報告，可造成蘭草的紋枯病。後來中田及河村氏[1]於1939 年也報告本菌也可以在水稻葉鞘上形成褐色的病斑。1966年渡邊等氏[30]將本菌在水稻上造成的病害稱為疑似紋枯病，直到1977年渡邊、鬼木及野中等氏[31]才將本菌造成的病害稱為褐色紋枯病。本菌對有機砷劑之耐性比紋枯病菌強[4,17]。褐色紋枯病在台灣主要發生於中南部地區[36]，發病嚴重時，病斑亦可達到劍葉鞘部位，而北部地區則未見發病。

2、赤色菌核病菌 *Rhizoctonia oryzae* Ryker et Gooch

〔有性世代：*Waitea circinata* Warcup et Talbot〕[14]

赤色菌核病 (Bordered sheath spot)，也是在抽穗以後較易發生，發病嚴重時，病斑亦可達到劍葉鞘部位，有時病斑部位很容易折斷[2]，造成更大損害。本病的病斑與褐色紋枯病很相近，肉眼有時不易識別，主要不同是本病斑周圍較呈赤褐色，而且通常一個葉鞘上形成一個或二個病斑，通常病斑是單獨分開，很少病斑相連在一起。病斑表面上亦不形成菌核，而在病斑的葉鞘組織內有時可形成鮭肉色的小橢圓形菌核，大小約0.5mm 左右。本菌最早於1938由 Ryker等氏[33]在美國發現，雖然1931年河村氏在日本福岡亦曾發現,但並未定名記載,到了1939年中田及河村氏[1]才證實該菌與 Ryker 在美國發現的相同，並定名為赤色菌核病。本菌不僅可在水田中生存，在旱田亦可廣泛生存。菌絲生長溫度為5～40℃，生長適溫為33℃，屬於高溫菌。本菌在培養基上初期生長亦與紋枯病菌相似，後期可形成粉紅色或鮭肉色的圓環，很容易就可分判出來[5]。由於本菌屬於高溫性菌(圖一)，因此在



圖一　菌核性真菌之菌絲生長與溫度之關係 (鬼木，1979)

台灣本病害亦主要發生於中南部地區。有些地區發病株率較高時，在田間可以發現連續好幾株發病的情形。

3、褐色菌核病菌 *Sclerotium oryzae-sativae* Sawada

(有性世代：*Ceratobasidium cetariae* Oniki et Ogoshi)

褐色菌核病 (Brown sclerotium)，發病較普遍，且分布較廣，全省各地皆可發現。然而對水稻較不易造成直接爲害。本病害在水稻成熟期到收穫期較易發現。發病初期在葉鞘基部形成小型褐色病斑，很容易分辨，然而此小型病斑可愈合成大型病斑，此種愈合型之病斑與紋枯病之病斑很類似[6]。本病斑內常有褐色線條，後期在病斑組織內可形成暗褐色小圓筒形的菌核，長度約在0.8～1.0mm左右。本菌於1919年澤田氏在台灣最早發現。本菌在培養基上很容易形成許多淡褐色圓球形的菌核，很容易就可分判出來。本菌的生育溫度爲5～38℃，生長適溫爲30～33℃。

上述幾種菌核性病害的病徵及病原菌特性可由表二及下列各圖表做比較。

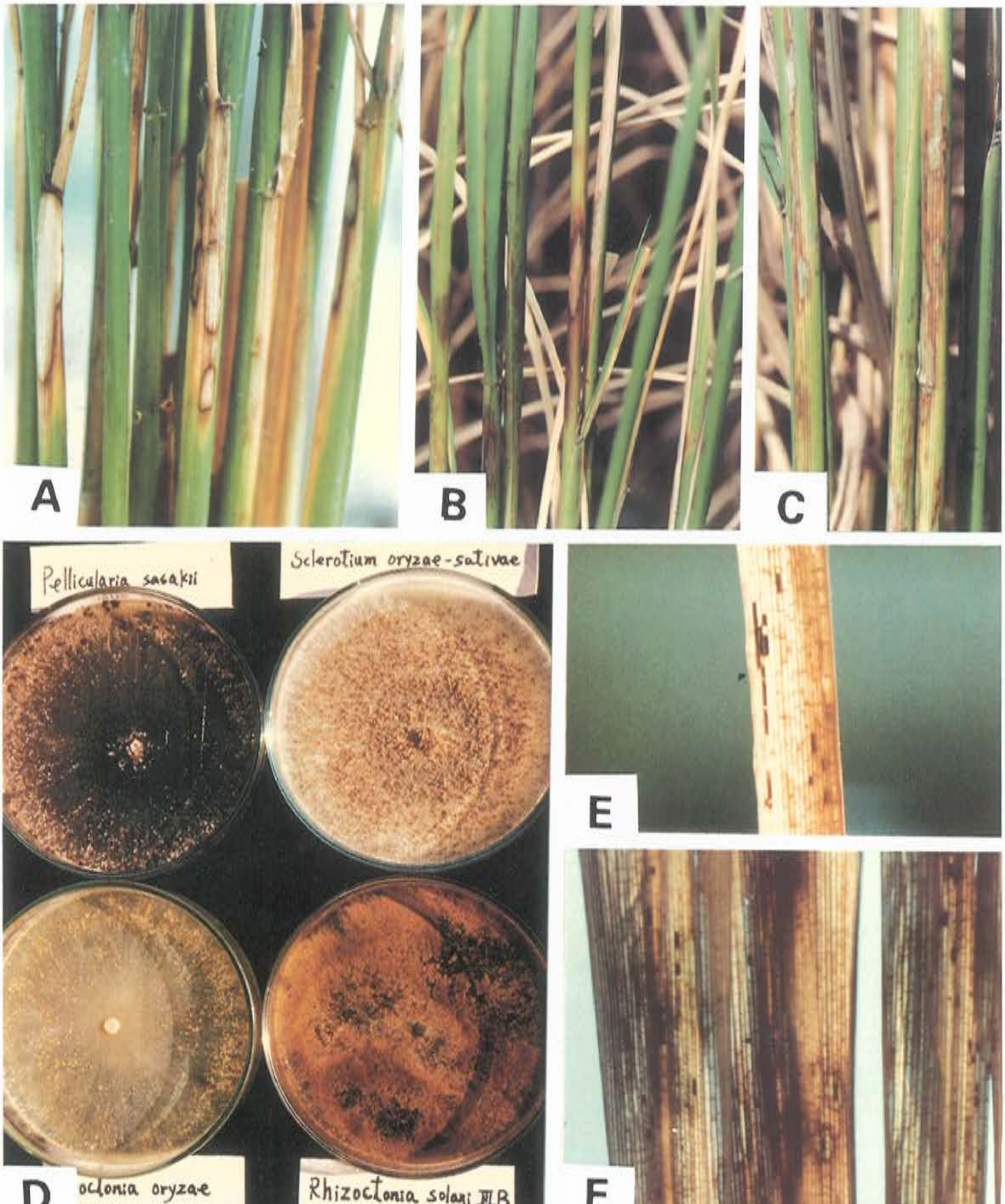
四、疑似紋枯病在田間之發病情形及其分佈

雖然在水稻田中主要發生的菌核性病害仍然是紋枯病，然而通常在田間常有許多種菌核性病害與紋枯病混合發生[23,36]。因此在田間實際上很難以目測方式了解疑似紋枯病的發生與分佈情形。根據日本近年來的許多調查結果得知，在一般的紋枯病樣的病斑中，經分離結果證實爲紋枯病者大約在70～80%左右，而大約有20～30%左右是屬於其他的菌核性病害，然而在疑似紋枯病的病斑中，分離到的主要是褐色紋枯病，赤色菌核病及褐色菌核病等[26]，但有時仍可分離到相當高比率的紋枯病(表三)。在台灣筆者[36]在全省各地採樣 368個紋枯病樣的病斑中，可分離到 273個樣本的紋枯病菌，約佔總樣本的74.2%，其餘的則爲其他的菌核性病害。而在134個疑似紋枯病的樣本中，只有13個樣本可以分離到紋枯病菌，約佔總樣本的 9.7%，而主要分離到的是赤色菌核病菌，褐色菌核病和褐色紋枯病菌等(表四)。就疑似紋枯病的地區分佈情形而言，在日本地區間有很大的差異。例如以紋枯病樣之病斑分離結果得知，在東北地區分離65個樣本中，分離到紋枯病以外的菌核性病害即有 26個樣本，佔全部樣本的40%左右，是屬於相當高的比例。然而以全國的310的樣本來看，分離到紋枯病的比例佔 82.6%，而分離到其他菌核性病害的比例只佔13.2% (表五)。而就台灣的情形而言，疑似紋枯病主要發病地區是在中南部地區。

至於疑似紋枯病在田間的分佈情形，本省目前尚缺乏詳細的調查資料。據筆者初步調查資料顯示，在同一塊田區內，可同時發生各種的菌核性病害，而且有些時候在同一塊內可發生四種的菌核性病害(表六)。同樣的日本在這方面有更詳儘的報告。他們不僅報導同一塊田內有四～五種的菌核性病害，松澤氏[16]並指出約四分之三以上的田間有

表二、*Rhizoctonia* 近緣眞菌引起稻病之種類與病徵及菌核的特徵 (鬼木，1979)

病名 (病原菌)	發病部位				病徵	菌核	
	葉鞘	葉身	莖	苗立枯		形成部位	特徵
(1)紋枯病 (*Rhizoctonia solani*)	+	+		+	葉鞘：形成橢圓形淡褐色到灰色斑紋。大小在10～20mm左右，大型病斑可達40～50mm。病斑初呈暗綠色，以後漸漸變成淡褐色到灰色，病斑周圍呈濃褐色。 葉身：病斑不整形，初期爲暗綠色，以後漸漸變成褐色，表面形成菌絲層時，會略呈泥灰色。	在葉鞘表面或裡面，有時在葉片病斑上形成。	褐色到濃褐色平底球形或愈合形，大小1～3mm，表面粗糙。
(2)褐色紋枯病 (*Rhizoctonia solani*)	+	+			葉鞘：初期在植株基部形成不整形暗褐色病斑，抽穗期時形成大型濃褐色病斑，中心部位呈灰白到灰褐色與紋枯病之病斑無差異，而外側濃褐色部分比紋枯病寬廣，全體的褐色較濃。 葉身：有時在葉身基部沿葉脈方向變黑嚴重時葉片往向枯萎呈葉枯症狀。	在葉鞘表面不形成菌核。有時候會在葉鞘的組織內形成。	濃褐色，橢圓形到愈合形大小約1mm，粗糙。柔軟菌核內部的內外組織不分化。
(3)赤色菌核病 (*Rhizoctonia oryzae*)	+	+			形成濃褐色10～20mm橢圓形病斑，病斑周圍呈濃褐色，內部呈淡黃褐色，病斑部與健全部界限不明顯者較多，葉片上亦可形成類似紋枯病一樣的病斑。	在葉鞘組織內形成菌核，有時亦可在葉鞘間形成。	石竹～鮭肉色(orange～salmon pink)橢圓形～愈合形，大小0.5×1mm表面粗糙，內外組織不分化。
(4)褐色菌核病 (*Sclerotium oryzae-sativae*)	+		+		葉鞘：形成許多褐色橢圓形小病斑，病斑愈合時大小約 5～10mm，病斑中心部與周圍褐色部界限不明顯的情形較多。 莖：變成暗褐色而枯死。	在葉鞘的組織中以及莖部中間空洞部位形成。	暗褐色，圓柱形或略爲球形大小0.3～2mm，在培養基上呈淡褐色到褐色，球形到橢圓形大小 550～800u。
(5)灰色菌核病 (*Sclerotium fumigatum*)	+			+	形成淡色或帶紅褐色之病斑，有時會形成類似褐色菌核病之病斑一樣的小斑點。	在葉鞘的外面或內側形成。	灰色到灰褐，平底球到橢圓形或愈合成，大小0.3～2mm。在土壤表面形成像紋枯病同樣的大型菌核，表面粗糙，內外組織不分化。



疑似紋枯病之水稻菌核性病害之病徵以及菌核。(A)褐色紋枯病病徵； (B)赤色菌核病病徵；(C)褐色菌核病病徵；(D)培養基上之菌核；(E)褐色紋枯病菌在葉鞘組織形成菌核；(F)褐色菌核病病菌在葉鞘組織形成菌核。

二種以上的菌核性病害，其中赤色菌核病與灰色菌核病混合發生的情形較高，其次是此二種病害與褐色菌核病的混合發生。此外對於菌核性病害在同一塊田區內之分佈情形，以及在稻株上之位置的分佈情形，松澤氏(16)的報告指出紋枯病與赤色菌核病以出水口及中央部之分離率較水口為高，而紋枯病、赤色菌核病及褐色菌核病的共同點是在入水口側的分離率較低(圖二)，至於是何種原因仍需進一步探討。而在水稻葉鞘上的分離位置結果得知，疑似紋枯病在下位葉鞘的分離率較高，尤其褐色菌核病，在劍葉鞘完全無法分離到，通常只在稻株的地際部位才可分離到(16,26)(圖三)，這可能是疑似紋枯病的上位進展較紋枯病困難的原故。

表三、水稻紋枯病樣病斑及疑似紋枯病樣病斑分離之菌核病菌的種類及菌株數

(稻垣，1983)

菌核病菌	紋枯病樣的病斑		疑似紋枯病樣的病斑	
	1980 年	1982 年	1980 年	1982 年
紋枯病菌	56(69.2)*	30(79.0)	5(9.4)	0(0)
褐色紋枯病菌	1(1.2)	4(10.6)	14(26.4)	10(15.4)
赤色菌核病菌	2(2.5)	1(2.6)	15(28.3)	10(15.4)
褐色菌核病菌	18(22.2)	1(2.6)	15(28.3)	35(53.8)
灰色菌核病菌	3(3.7)	1(2.6)	2(3.8)	6(9.2)
球狀菌核病菌	1(1.2)	1(2.6)	2(3.8)	2(3.1)
未檢定菌	0(0)	0(0)	0(0)	2(3.1)
合計	81(100)	38(100)	53(100)	65(100)

* ( )兩種病斑分離之各種菌核病菌的比率

表四、本省各地採集之紋枯病樣病斑及疑似紋枯病病斑分離之各種菌核性眞菌

(游，1984)

Sclerotial fungi	NO. of isolate	
	From Sheath blight like	From Pseudo sheath blight
Rhizoctonia solani I A	273(74.2)[a]	13(9.7)
Rhizoctonia solani ⅢB	3(0.8)	37(27.6)
Rhizoctonia oryzae	36(9.8)	45(33.6)
Sclerotium oryzae-sativae	50(13.6)	42(31.3)
Sclerotium hydrophilum	33(9.0)	6(4.5)
Total of samples	368[b]	134

a)Values in parenthesis are percentage of the total number of sample.
b)Two or more sclerotial fungi could be isolated from one sample.

表五、日本全國各地水稻紋枯病樣病斑分離之菌核病菌及其菌株數

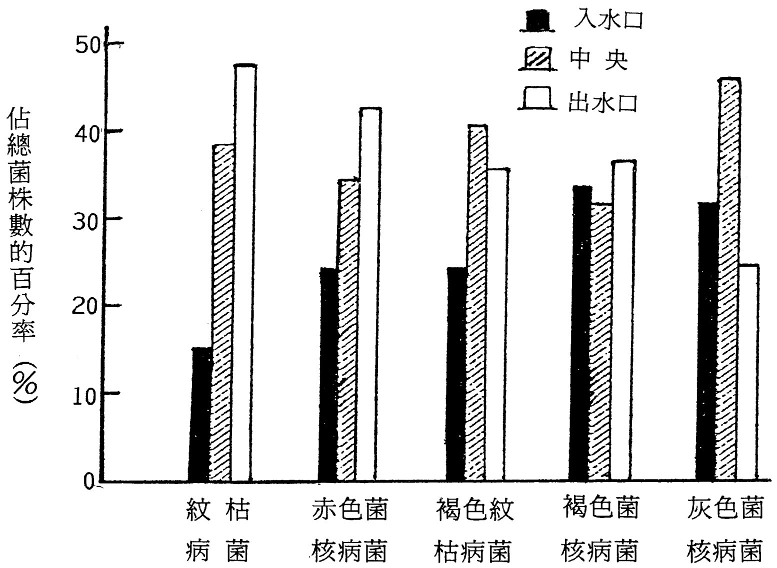
地域	分離株數	分離菌核病菌						
		紋枯病菌	赤色菌核病菌	灰色菌核病菌	褐色菌核病菌	褐色紋枯病菌	球狀菌核病菌	未檢定菌
北海道	8 (100)*	7 (87.5)			1 (12.5)			
東北	65 (100)	39 (60.0)	2 (3.1)	4 (6.2)	7 (10.8)	9 (13.8)	1 (1.5)	3 (4.6)
北陸	24 (100)	22 (91.6)			1 (4.2)			1 (4.2)
關東	72 (100)	68 (94.4)			1 (1.4)	1 (1.4)		2 (2.8)
中部	23 (100)	17 (73.9)		2 (8.7)	4 (17.4)			
近畿	2 (100)	2 (100.0)						
中國	13 (100)	12 (92.3)		1 (7.7)				
四國	24 (100)	20 (83.2)				1 (4.2)		3 (12.6)
九州	79 (100)	69 (87.0)	1 (1.3)	1 (1.3)	1 (1.3)	2 (2.6)	1 (1.3)	4 (5.2)
全國	310 (100)	256 (82.6)	3 (1.0)	8 (2.6)	15 (4.8)	13 (4.2)	2 (0.6)	13 (4.2)

* ( )括弧內數字為分離菌株數的比率

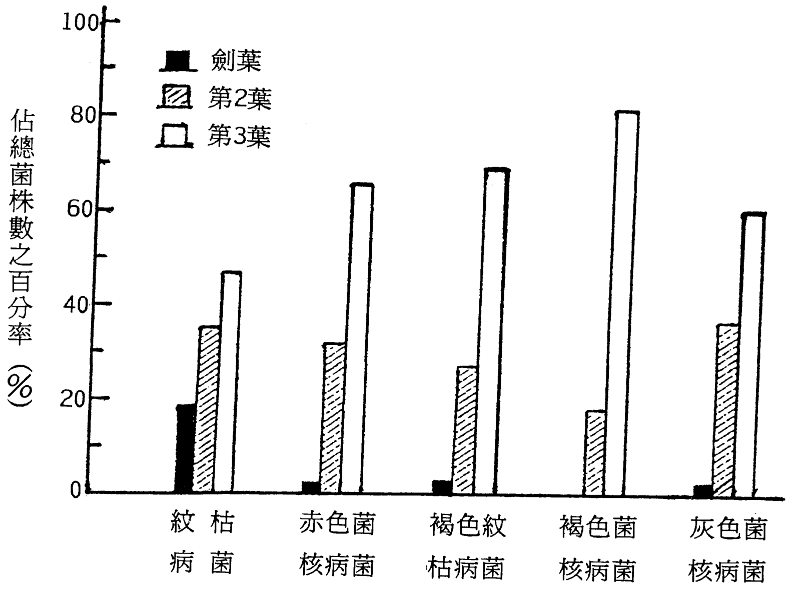
表六、在同一塊田之病株上所分離之各種菌核性眞菌

(游，1984)

No.of field	*Rhizoctonia solani* ⅠA	*Rhizoctonia solani* ⅢB	*Rhizoctonia oryzae*	*Sclerotium oryzae-Sativae*	*Sclerotium hydrophilum*
1	+	+		+	+
1	+		+		
2	+	+		+	
2	+		+	+	+
3	+	+			
5	+			+	+
6	+	+	+		
7	+		+	+	
7	+		+		+
19	+			+	



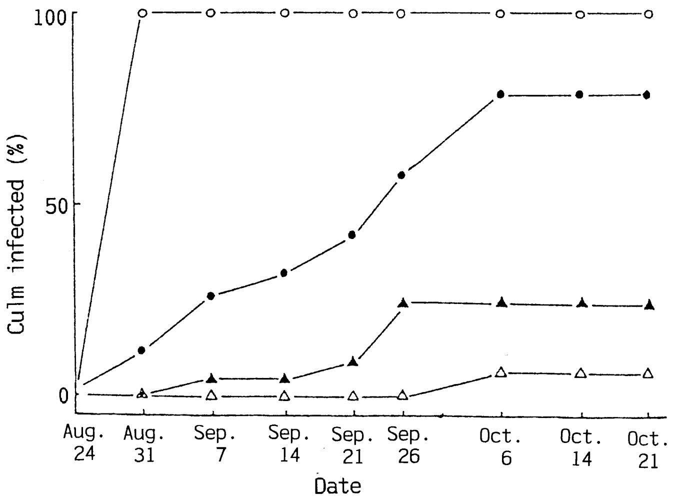
圖二、水稻各種菌核病菌在田間之分離地點及分離率（松澤，1990)



圖三、水稻各種菌核病菌的分離葉鞘位及分離率（松澤，1990）

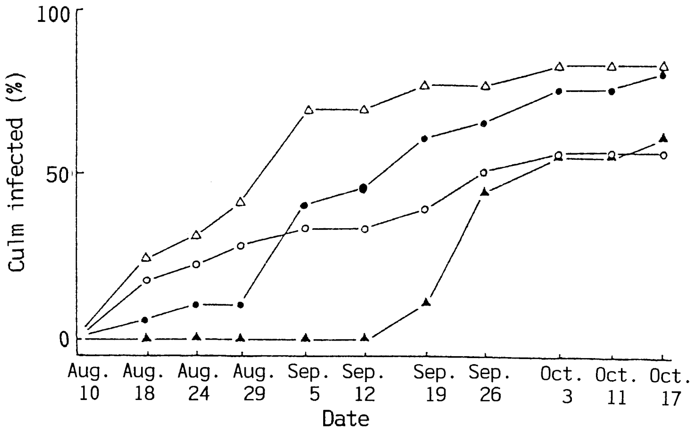
五、疑似紋枯病之病勢進展及其病原菌之病原性

可能由於疑似紋枯病的各種菌核病害，在田間很少直接造成嚴重的爲害，因此有關疑似紋枯病的病原性及其病勢進展方面的研究也較少。野中等氏[22]曾報告，各種菌核性病害在不同生育時期的水稻上接種時，病原性會有所差異(圖四、五)，松澤氏[16]之報告亦有類似的現象。然而綜合而言，疑似紋枯病之各種菌核性病害之病原性均比紋枯病弱[7·34]，而赤色菌核病之病原性則僅次於紋枯病，此現象與實際田間發生情形非常一致。目前各種菌核性病害之病原性強弱順序排列有二種[28]：(1)紋枯病＞赤色菌核病＞褐色紋枯病＞褐色菌核病＞灰色菌核病（鬼木）(2) 紋枯病＞赤色菌核病＞褐色菌核病≧褐色紋枯病（野中）。在本省有關疑似紋枯病之研究資料尙很缺乏，因此疑似紋枯病之各種菌核性病害之病原性亦不十分淸楚。陳其昌氏[27]曾調查各種菌核性病害之病原性，並指出發病率較高者爲紋枯病及赤色菌核病，再次爲褐色菌核病。此種排列順序與日本學者所調查者大致相同。然而當時並未記載褐色紋枯病的發生，而且隨著年代的變遷，以及栽培環境與氣象條件之變化，目前田間實際發病情形如何，仍待進一步的探討。



圖四、八月二十四日接種各種菌核病菌，稻發病莖率進展情形 (野中等，1982)

○—○:*P.sasakii*, ●—●:*R. solani* III-B, △—△:*R. oryzae*,
▲—▲:*S. oryzae-sativae*



圖五、八月十日接種各種菌核病菌，稻發病莖率進展情形 (野中等，1982)

○—○:*P.sasakii*, ●—●:*R. solani* III-B, △—△:*R. oryzae*,
▲—▲:*S. oryzae-sativae*

六、疑似紋枯病對稻米之收量及品質之影響

由於疑似紋枯病之各種菌核性病害，其病原性較紋枯病弱，而且發病時期大多在抽穗期以後，因此通常對水稻並不會直接造成減產。然而水稻感染了這些菌核性病害之後，對稻穀的稔實程度以及稻米的品質，可能造成某種程度的影響。平山氏[2]之研究報

告指出，當水稻赤色菌核病發病至劍葉鞘時，糙米的腹白率爲健全者的二倍以上，而完全米率也比健全者顯著的降低（表七）。松澤氏[16]的報告也指出，水稻感染赤色菌核病，褐色紋枯病及褐色菌核病之後，碎米重、碎米率及青米率等比無接種區有顯著的增加，顯示稻米品質大量降低(表八)。本省在此方面亦缺乏研究然而在國人生活品質逐漸提高的情況下，將來對於稻米品質的要求亦將提高。因此疑似紋枯病對米質的影響程度如何，亦值得加以探討。此外疑似紋枯病與紋枯病的混合感染是否會造成稻穀的更大減產，以及減產程度如何亦應加以探討。

表七、稻赤色菌核病的發生與稻被害情形

(平山，1980)

症 狀 別	調查穗數	每穗平均 空 粒 數	粒厚1.8mm以上之糙米 完全米粒率	 腹白粒率
健 全 莖	114本	2.1粒	83.5%	14.4%
赤色菌核病劍葉葉鞘發病 *	85	3.1	69.0	29.2
赤色菌核病劍葉葉鞘發病 **	31	3.3	66.3	31.7
赤色菌核病次葉及3葉鞘發病	170	3.0	76.7	21.6

〔註〕 *：病斑部折斷
**：病斑部未折斷

表八、水稻各種菌核病之發病對收量及成熟之影響

(松澤，1990)

接 種 菌	稻草重 (Kg/a)	稻穀重 (Kg/a)	糙米重 (Kg/a)	碎米重 (Kg/a)	碎米比率 (%)	糙 米 千粒重 (g)	粒厚2.0mm 之百分率 (重量 %)	糙 米 之 青米粒率 (%)	碎 米 之 青米粒率 (%)
紋枯病菌	45.1**	48.8**	36.0**	3.7**	9.3**	20.3**	15.1**	3.0**	45.6**
赤色菌核病菌	55.6	60.2	46.1	2.0**	4.1**	20.9	25.6**	1.9*	28.4**
褐色紋枯病菌	55.3	60.3	47.3	2.2**	4.5**	20.8*	25.3**	2.8**	28.1**
褐色菌核核菌	56.3	60.8	48.1	1.9**	3.8*	20.9	27.2**	1.9*	23.3**
無接種區	53.4	59.5	47.5	1.3	2.7	21.0	30.7*	0.7	10.6

〔註〕 *(5%)，**(1%)表示與無接種區差異之顯著性

七、疑似紋枯病之防治

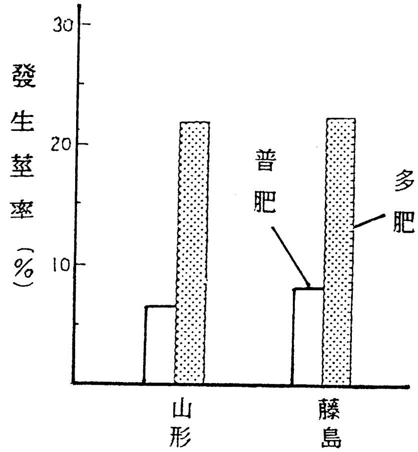
一般而言，疑似紋枯病之各種菌核性病害之發生條件與紋枯病有類似的地方，即高溫多濕的條件下較容易發病。此外多施氮肥及缺少鉀肥的條件下，通常發病較嚴重（圖六、七）因此適當的施肥以及改善栽培環境，應該可以降低病害的發生程度。至於藥劑防治方面，由於這些菌核病菌大多與紋枯病菌有近緣關係[8,9,10,11]（表九），因此一般紋枯病的防治藥劑對這些菌核病菌，應該也有防治效果。換言之，在防治紋枯病時，同樣也可以防治這些菌核性病害[28]。然而根據日本一些學者的報告指出，褐色紋枯病對於最常用有機砷劑卻有耐藥性現象[4,17]。因此對於紋枯病以外之菌核性病害，亦有進一步做藥劑篩選的必要。最近佐賀大學農學部，山形縣農業試驗場，以及武田藥品農藥研究所等做了一些藥劑的篩選試驗，結果顯示 Validacin液劑對疑似紋枯病有良好的防治效果。因此在抽穗前一週即防治紋枯病之適期，施用 Validacin 液劑500倍到1000倍不僅可防治紋枯病，同時對赤色菌核病及褐色紋枯病也有良好的防治效果。此外目前在本省已推廣的紋枯病防治藥劑中，Moncut W.P.及 Monceren W.P. 施用1000倍時，對褐色紋枯病亦有良好的防治效果(圖八)。

表九、水稻上 *Rhizoctonia* 近緣病菌在分類上之歸屬

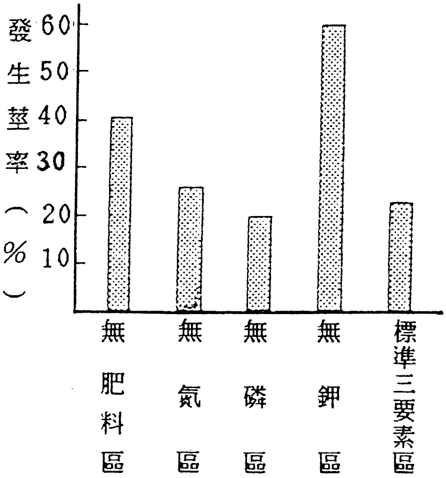
（鬼木，1979）

病原菌（病名）	菌絲核數	菌絲融合類別	完全世代形成 自然	完全世代形成 人爲的	完全世代
1)*Rhizoctonia solani* 紋枯病	多核	AG-1	○	○	*Thanatephorus cucumeris* (Frank)Donk
2)*Rhizoctonia solani* 褐色紋枯病	多核	AG-2 Type-2	x	○	*Thanatephorus cucumeris* (Frank)Donk
3)*Rhizoctonia oryzae* 赤色菌核病	多核		x	○	*Waitea circinata* Warcup et Talbot
4)*Sclerotium oryzae-sativae* 褐色菌核病	2核	AG-Bb	x	○	*Ceratobasidium* sp.
5)*Sclerotium fumigatum* 灰色菌核病	2核	AG-Ba	x	x	
6)*Rhizoctonia* sp.	2核	AG-B	x	○	*Ceratobasidium* sp.
7)*Rhizoctonia zeae*	多核	*R. oryzae* 同一群	x	x	
8)*Corticium gramineum*	2核	AG-D	○	x	*Ceratobasidium* sp. ?
9)*Sclerotium oryzicola* 褐色小粒菌核病	多核*		x		
10)*Sclerotium* sp. 銹色小粒菌核病			x		

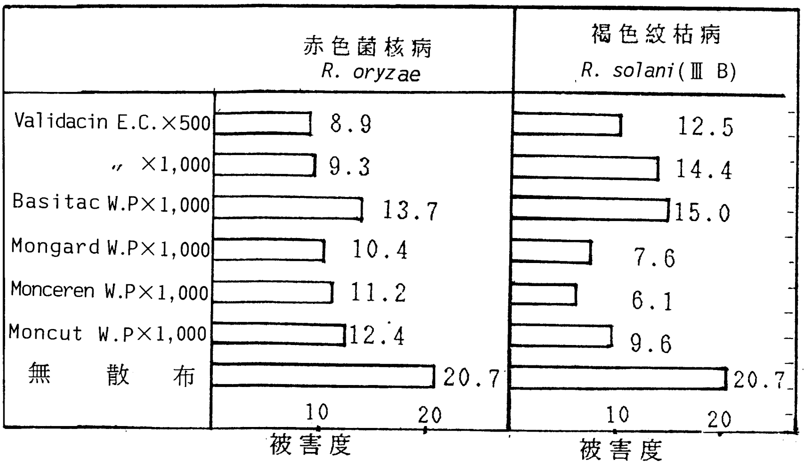
註:* INAGAKI (1974)



圖六、氮肥對稻褐色菌核病及稻赤色菌核病之影響



圖七、三要素對稻菌核病之影響



圖八、各種殺菌劑對稻赤色菌核病及稻褐色紋枯病之防治效果
（取自：武田藥品農藥研究所 1983）

八、結　　語

水稻疑似紋枯病一詞，最早是1966年日本學者渡邊及松田兩氏[30]用來稱呼在山口縣所發現的一種新型態的紋枯病，因其病斑與紋枯病非常類似。後來竹谷及田村兩氏[4]也在石川縣發現此種新的病害，並稱之爲紋枯病類似症，因此這種新病害的名稱變得非常混淆。到了1977年渡邊、野中及鬼木等三位學者，才根據病原菌的特性及病斑的比較，鑑定此新病害之病原菌爲 *Rhizoctonia solani* ⅢB，並訂名爲褐色紋枯病[31]。然而除了褐色紋枯病以外，其他的菌核性病害，如赤色菌核病及褐色菌核病等，在田間亦可產生與紋枯病相類似的病斑。因此學者們[16,24]將紋枯病以外，其他所有可以產生與紋枯病類似病斑的菌核性病害，總稱爲疑似紋枯病。

一般而言，疑似紋枯病之病原性均比紋枯病弱，而且發病時期也比較晚，因此在田間通常並不會造成嚴重的爲害，而使稻穀減產。然而根據報告當赤色菌核病發病嚴重時，病斑亦可達到劍葉鞘部位，而對稻米品質造成不良的影響，如增加碎米率、腹白米率及青米率等。而其他菌核病與紋枯病混合感染時，亦可能增加水稻受害程度，而造成更嚴重的減產現象。根據筆者田間調查發現，南部地區之赤色菌核病及褐色紋枯病發生較普遍，嚴重時病斑亦可達到劍葉葉鞘，實際對產量及品質之影響如何，尙待進一步的調查。北部地區雖然發病較輕微，然而菌核病與紋枯病混合感染之情形又如何，亦值得我們去探討。總而言之，疑似紋枯病雖然並不是主要病害，但是在生活品質日益提昇的情況下，爲了提高米質，對於疑似紋枯病之生態與防治，亦值得我們進一步的研究與探討。日本在全國選定七個縣，從1986年起連續５年計畫做特殊調查以確立疑似紋枯病之發生預測法[24]。爲了在學術上不落後人家太多，我們更應該積極加强研究，迎頭趕上，願稻作病理小組同仁們共勉之！

九、參考文獻

1. 中田覺五郎、河村榮吉　1939　稻の菌核病に關する研究（第１報）。農事改良資料 139:1-176。
2. 平山成一　1980　稻紋枯類似病害の發生現狀と對應。　今月の農藥，24(6)：64-67。
3. 平山成一、木村和夫、東海林久雄、田中　孝、竹田富一　1982　褐色菌核病、赤色菌核病の發生生態及び防除に關する研究。山形農試研報 16: 137-168。
4. 竹谷宏二、田村實　1970　石川縣におけるイネ紋枯病類似、病狀の發生について。北陸病害虫研究會報　第18號 P：13-16。
5. 竹田富一　1986　山形縣における類似紋枯病の發生狀況。 今月の農業　30(8)：24-26。

6. 加藤智弘、藤田靖久　1989　イネ褐色菌核病、赤色菌核病の病徵と發生生態について。 今月の農業　33(8)：32-36。

7. 吉田正博　1981　イネの菌核病に關する研究。 佐賀大學大學院　農學研究科　農學專攻　植物病理教室　碩士論文　pp.1-128.

8. 鬼木正臣　1979　リゾクトニア菌によるイネの病害。 植物防疫　33(9)：373-379。

9. 鬼木正臣　1976　イグサ紋枯病の發生および防除に關する研究。 福岡縣立農業試驗場　特別報告　第23號。

10. 鬼木正臣　1977　*Rhizoctonia solani* Kuhn　の培養型ⅢB（イグサ紋枯病系)の完全世代形成について。九州病虫研究 23：17-20。

11. 鬼木正臣　1976　イグサ紋枯病の形態並びに分類學上の位置。 九州農業研究 38：96-97。

12. 鬼木正臣　1981　リゾクトニア病研究の現狀と今後の課題。植物防疫第35(3)：132-136。

13. 鬼木正臣、渡邊文吉郎　1976　イネ紋枯病類似病斑よりの 分離菌について。日植病報　42:332-333。（講要）。

14. 鬼木正臣、生越明、荒木降男、酒井隆太郎、田中澄人　1985　*Rhizoctonia oryzae*　および *R. zeae*　完全世代と *Waitea circinata* 菌絲融合群。日本菌學會會報 26:189-198.

15. 高木廣　1989　兵庫縣 におけるイネ疑似紋枯病の發生實態。33(8)：36-40。

16. 松澤克彥　1990 イネ類似紋枯病の發生と被害について。 今月の農業 34(1)：48-52。

17. 野中福次　1964　水稻から分離した稻紋枯病類似菌 *Corticium*　sp. 關する研究。日植病報　19：90-91。

18. 野中福次　1977　イネ葉しよう各種病斑形成に關する病原菌。　第 1報　病原菌と赤色菌核病菌について。 九州病虫報　23：15-17。

19. 野中福次　1989　日本菌學會第33回大會講演要旨集：82。

20. 野中福次、田中欽二、阪田　晃　1979　全國のイネ紋枯病樣病斑から分離される各種菌核病菌について。 九州病虫研報 25：3-5。

21. 野中福次、吉田政博、田中欽二　1980　イネ紋枯病樣病斑から分離される菌核病菌とその性質。 九州病虫研報 26：23-26。

22. 野中福次、吉田政博、游俊明、田中欽二　1982　各種菌核病菌のイネに對する病原性。 九州病虫研報　28：15-18。

23. 野中福次、吉田政博、游俊明、田中欽二　1982　一般水田におけるイネ各種菌核病の發生消長。 九州病虫研報　28：18-21。

24. 野中福次、相川宏史、門協義行、磯田灣 1990 イネ疑似紋枯病とその發生生態。植物防疫 44(7)：316-319。

25. 稻垣公治、牧野 精 1977 *Sclerotium* sp. によるイネ疑紋枯病と *S. orizicola* に起因するアワ褐色小粒菌核病（新稱）。名城大農學報 13:6-11。

26. 稻垣公治 1983 *Rhizoctonia oryzae* および *Sclerotium*屬 3菌によるイネ菌核病のイネ株內での發生。日植病報 49:736-738.

27. 陳其昌 1963 台灣稻菌核性病害。台灣大學農學院研究報告 7(2)：37-54。

28. 稻の紋枯病類似菌核病（疑似紋枯病）とバリダシン 1984 バリダシン普及會。

29. 蔡武雄 1975 水稻紋枯病不同發生程度與產量損失關係之研究。植保會刊 17(4)：410-417。

30. 渡邊文吉郎、松田明 1966 佃作物に寄生する *Rhizoctonia solani* Kühn の類別に關する研究。 茨域縣農業試驗場，指定試驗病害虫 7：1-131。

31. 渡邊文吉郎、鬼木正臣、野中福次 1977 イネ褐色紋枯病(新稱）について。九州病虫研會報 23：22-25。

32. Ou S. H. 1972 Rice diseases. Commonw. Mycol. Inst. kew. Englaud.

33. Ryker, T. C. and Gooch, F. C. 1938. *Rhizoctonia* sheath spot of rice. Phytopathology 28:233-246.

34. Siti Muslimah Widyastuti, Nonaka, F., Sako, N., Tanaka. K., 1986. Properties of Six Causal Fungi of Rice Sclerotial Disease. Bull. Fac. Saga. Univ. 61:81-88.

35. Yu, C. M. 1983. Brown Sheath Blight Disease of Rice—A new disease of rice in Taiwan. Plant Prot. Bull.(Taiwan, R.O.C.) 25:53-56.

36. Yu, C. M. 1984. Studies on Sclerotial Diseases of Rice Plant in Taiwan 1. Several sclerotial fungi isolated from sheath blight like and pseudo sheath blight lesions of rice plants. Bull. of Taoyuan D.A.I.S 2:1-8.

Several Sclerotial Diseases Regarded as Psuedo Sheath Blight Disease of Rice

chun-ming Yu

Summary

A new type of sheath blight disease of rice was first discovered in Yamaguchi Prefecture of Japan in 1959.The symptom of the disease was very similar to that of sheath blight. The main differences of the symptoms between the new disease and sheath blight were that the lesions of the new disease were much darker than that of sheath blight, and there was no sclerotium formed on the surface of the lesion of the new disease. The casual pathogen of the new disease was identified as *Corticium* sp. by Nonaka in 1964, and it was proved to be more tolerant against arsenic compound than that of sheath blight pathogen. The disease was then called pseudo sheath blight disease in 1966 by Watanabe in order to distinquish from sheath blight disease. However, in 1970 another new disease was also discovered in Ishigawa Prefecture by Taketani and Tamura. The symptom of the disease was also very similar to that of sheath blight disease, and the disease was also more tolerant against arsenic compound than that of sheath blight disease. Therefore, the disease was temporalily called sheath blight like symptom, and the causal pathogen was identified as *Pellicularis* sp.

In order to solve the confusing problem of taxonomy, in 1977, Watanabe , Nonaka and Oniki collected the causal pathogens found in Yamaguchi and Ishigawa Prefecture and *Rhizoctonia solani* ⅢB isolated from rush stem rot for further studies. Finally they concluded that these three fungi were actually the same organism, and identified as *R. solani* ⅢB and anastomosis belonged to AG2-2. The disease was then called brown sheath blight disease.

However, aside from brown sheath blight, there are several other

sclerotial diseases that will form sheath blight like lesions. These sclerotial diseases are bordered sheath spot, brown sclerotium and grey sclerotium etc. Therefore, it is now generally agreed that pseudo sheath blight is a general term of several sclerotial diseases (except for sheath blight) that will form sheath blight like lesions.

General speaking, the pathogenicity of these sclerotial fungi were weaker than that of sheath blight pathogen, and these sclerotial diseases occurred much later than that of sheath blight. Therefore, pseudo sheath blight disease would not result in reduction of rice grains directly. In stead, it could decrease the quality of rice grains. Since pseudo sheath blight always occur together with sheath blight in the rice field, that the real effects of pseudo sheath blight on the rice production are still unknown.

In Taiwan, pseudo sheath blight disease occurred commonly in the southern area. According to author's field observation, the lesions of brown sheath blight and borded sheath spot could reach to the leaf sheaths of the flag leaves. Since most pseudo sheath blight fungi will grow much better under high temperature, therefore the importance of pseudo sheath blight disease in Taiwan needs to be further studied.

水稻皺縮矮化病與稗草皺縮矮化病

Rice ragged stunt and Echinochloa ragged stunt diseases

陳 慶 忠*

Ching-Chung Chen

一、前 言------------------ 103
二、發生概況------------------ 104
三、病徵及寄主植物------------- 105
四、傳 播------------------ 105
五、病毒性質------------------ 106
六、電子顯微鏡觀察------------- 110
七、結 語------------------ 112
八、參考文獻------------------ 113

一、前 言

病毒 Reoviridae 科包括發生於脊椎溫血動物及昆蟲之 reovirus 各系統(strains)及 plant reo-like viruses 。國際病毒分類委員會(International Committee on Taxonomy of Viruses ，ICTV) 將 Reoviridae 分類成六個屬(genera)[12,23]。plant reoviruses 被分類在第四、五屬。其特性爲病毒粒子具雙層核蛋白的對稱 20 面體，直徑約65-70nm, 遺傳基因組含10-12條雙股核醣核酸(double stranded ribonucleic acid，dsRNA)，經同翅目飛蝨或浮塵子類以持續性方式媒介傳播。ICTV 將 plant reoviruses 分成二屬，亦有將之稱爲亞群(subgroup)者，即 phytoreovirus genus：代表病毒爲 wound tumor virus，包括 rice dwarf virus, rice gall dwarf virus。主要特性(1)病毒球形，直徑約 70nm，由雙層核蛋白組成(2)具12條 dsRNA 基因段(3)由浮塵子類媒介傳播。(4)病毒間無血清類緣關係。另一屬爲 fijivirus genus：代表病毒爲 fiji disease virus，主要特性(1)病毒球形，直徑約 71 nm，由雙層核蛋白組成，具棒狀突起(spikes)(2)遺傳基因組具10條 dsRNA 基因段(3)寄主植物局限禾本科植物(4)經飛蝨類媒介傳播。Milne and Luisoni [28]根據血清免疫反應特性，再將此一屬的病毒分成三個血清群(serological groups)：

*臺中區農業改良場 副研究員兼作物環境課課長。

Group 1. cereal tillering disease, maize rough dwarf, pangola stunt, rice black-streaked dwarf

Growp 2. sugarcane fiji disease

Group 3. arrhenatherum blue dwarf, Lolium enation, oat sterile dwarf

晚近在東南亞發生之水稻皺縮矮化病(rice ragged stunt, RRS)之昆蟲傳播型式，寄主範圍，病徵，遺傳基因段數目等特性均與 plant reovirus 第二屬(fijivirus)相似。 Boccardo and Milne[8]根據 RRSV 蛋白外鞘構造及核酸基因段大小與第二屬不同，建議將 RRSV 另外成立第三屬。有關第三屬的分類依據，本文就迄今累積的研究資料提出綜合討論。晚近在臺灣水稻田稗草發現一種新的 Plant reovirus，該病毒在田間以稗草爲主要自然寄主， 且病徵與水稻皺縮矮化病酷似，仍稱之爲稗草皺縮矮化病 (Echinochloa ragged stunt，ERS) [2,4]。由於此一新病毒亦能感染水稻，因此 RRSV 與 ERSV 兩種病毒性質上的差異，將是本文討論的重點。

二、發生概況

水稻皺縮矮化病於 1976 年首先在印尼西爪哇發現[18]，1977年在菲律賓民答那亦有發生的報告[20,21]，隨後在東南亞其他國家、中國大陸、日本等國家亦均有發生記錄[13,15,16,25,30]。臺灣於1978年10月首次在嘉義發現，臺中縣石岡、東勢、臺中市、南投縣名間、苗栗縣卓蘭等地第二期作稻田均見有零星病株發生，但並未對水稻生產構成實質的威脅[3,5]。RRSV 印尼話爲 kerdil hampa 即空穗或穀粒變色之意[18]。在菲律賓，Ling et al.[21] 根據被害稻株呈現矮化、皺縮、葉尖捲曲等徵狀，命名爲 rice ragged stunt。中文名稱"皺縮矮化病"由周延光等起用[1]。

稗草皺縮矮化病最早於 1979 年10月在臺中縣東勢鎮明正里第二期作稻田中發現水稗 (*Echinochloa crus-galli* Beaur. Var. *oryzicola* ohwi) 上出現酷似水稻皺縮矮化病病徵之異常植株。起初以爲稗草上的病徵係感染 RRSV 的結果，但以褐飛蝨 (*Nilaparvata lugens* Stal)行傳播試驗並未成功，隨後再以水稻田常見六種同翅目昆蟲行傳播試驗，證實該一新發現病害能經由擬白背飛蝨(*Sogatella vibix*(Haupt)) 媒介傳播[2,9]。ERS 除東勢地區外，臺中縣石岡及臺中市部份水稻田稗草亦見有發生分佈[2]。目前在本省以外之國家或地區並未有 ERS 的發生報告，臺中區農業改良場網室內

擬白背飛蝨之學名更動[6]：

Sogatella vibix (Haupt).

Sogatella longifurcifera Fennah, 1956, Bull. Ent. Res 54: 53.

Sogatella vibix Asehe & Wilson, 1990, Syst, Ent. 15:22.

利用昆蟲傳播方式經年保存病株以供研究的需要。

三、病徵及寄主植物

水稻皺縮矮化病

病徵：水稻苗期接種，主要徵狀爲植株矮化，罹病葉片變短，葉色較健全者濃綠且質地易碎。葉面凸凹起伏呈皺縮不平狀，葉緣缺刻，葉尖端多呈螺旋狀捲曲，新葉展開受到抑制或呈畸型。成長之病株常於基節分蘖並自節上長出鬚根。臺中在來一號及部份秈稻品種病葉沿葉片或稻莖可見長約 0.2～0.5 公分之白色條形瘿狀突起。罹病株穗形變小或畸型，多爲不稔粒，穀殼呈黑褐色。在稉稻上表現之矮化、皺縮等現象以發病初期較爲明顯，接種後 50-60 天的病株，除葉色較正常株濃綠，植株略較正常株矮化外，其餘徵狀均似恢復現象[3]。

寄主植物：除水稻以外，RRSV 之自然寄主植物尚包括兩種野生稻 *Oryza latifolia*，*O. nivara*[21]。以帶毒媒介昆蟲接種能使15 種野生稻、玉米、大麥、小麥、黑麥、燕麥及小米感染 RRSV[15,16]。

稗草皺縮矮化病

病徵：稗草發病主要徵狀爲植株矮化、分蘗數增加（春、冬季）葉色濃綠並沿葉脈產生白色條狀突起。靠近葉緣之葉面呈凸凹不平的皺縮現象，沿葉緣產生鋸齒狀缺刻，葉尖呈螺旋狀扭曲。一般稗草皺縮矮化病發生在稗草上之徵狀雖與水稻皺縮矮化病在水稻上相類似，但前者顯現之徵狀要較嚴重且明顯[2,9]。

寄主植物：除稗草外，小米、小麥亦爲其自然寄主外。利用帶毒蟲接種而能發病之寄主植物尚包括黑麥草、水稻、龍爪稷、白茅、野稗及玉米[2,9]。以 ERSV 帶毒媒介昆蟲 *S. vibix* 接種水稻罹病之機率極低，一旦感染後罹病株亦呈現矮化、濃綠、皺縮、葉緣缺刻等徵狀，但與水稻感染 RRSV 略有區別，前者葉色鮮綠色，而後者呈濃綠略帶暗色，其餘的徵狀仍以水稻感染 ERSV 所表現之病徵較爲嚴重。

四、傳　　　播

水稻皺縮矮化病

褐飛蝨（*N. lugens*）傳播 RRSV 之最短獲毒取食病株時間爲 2小時，於15～35℃均可獲毒，獲毒蟲率隨取食時溫度升高而增高，但在高溫(35℃)情況下蟲體死亡率高。病毒在蟲體內之潛伏期爲 7.6天(5～14天)，帶毒蟲最短接種時間爲 1小時。吸毒後之蟲群平均傳病率爲 21%，若蟲比成蟲獲毒效率高且潛伏期較成蟲短。媒介蟲一旦

獲毒，經潛伏期開始傳病即能保毒至蟲體死亡止，但其間呈間隙性傳毒(intermittent)[3]。三種褐飛蝨之生理小種(biotypes) 均能傳播 RRSV，且傳病型式相近似[21]，除褐飛蝨外，*N. bakeri* 亦經證實能傳播 RRSV [16]。但 RRSV 不能經褐飛蝨卵傳播，亦不經機械或種子傳播[3]。

稗草皺縮矮化病

擬白背飛蝨 (*Sogatella vibix*)爲已知唯一能傳播 ERSV 之媒介昆蟲。在病株上最短獲毒吸食時間爲 2小時，在15～35 ℃下均能獲毒傳病，但以 25℃獲毒蟲率最高，在 15，30 及 35℃時供試蟲死亡率高。不同蟲群吸食病株後之平均傳病蟲率爲 22.7%。病毒在蟲體內之潛伏期爲 9.25天(6～17天)，媒介昆蟲一旦獲毒經潛伏期即能保毒至蟲體死亡止，其間呈間隙性傳毒。ERSV不經媒介昆蟲卵傳播，但以粗汁液注射稗草苗葉主脈或注射媒介昆蟲腹部，分別能使 5%供試稗草發病及32～57%供試注射蟲獲毒傳病[2,9]。

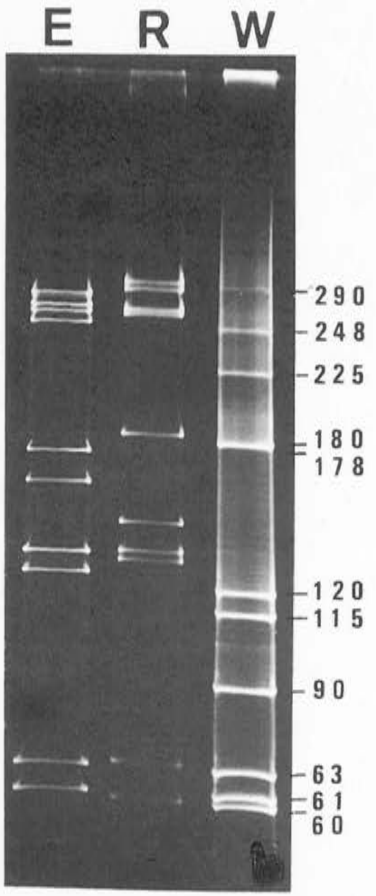
五、病毒性質

核 酸

利用 Acridine orange 染色，水解酵素 (RNase) 或甲醛處理結果均顯示 RRSV 及 ERSV 之核酸與 phytoreoviruses, fijiviruses 性質相似爲雙股核糖核酸(dsRNA)[2]。利用板狀凝膠電泳法 (polyacrylamide slab gel electrophoresis)以 wound tumor virus 之核酸爲標誌 (marker)均分析到10條遺傳基因段(圖一)，估算之 ERSV 核酸分子量爲 17.89×10^6 daltons，RRSV 爲18.15×10^6 daltons[2,11]。各基因段之分子量列如表一。圖二比較不同屬 plant reoviruses 之核酸遺傳基因段(genome segments)在電泳凝膠之移動位置。phytoreoviruses, fijiviruses及 RRSV (含ERSV)之核酸遺傳基因段在電泳凝膠上之移動位置明顯被分成三個類型[11,27]。

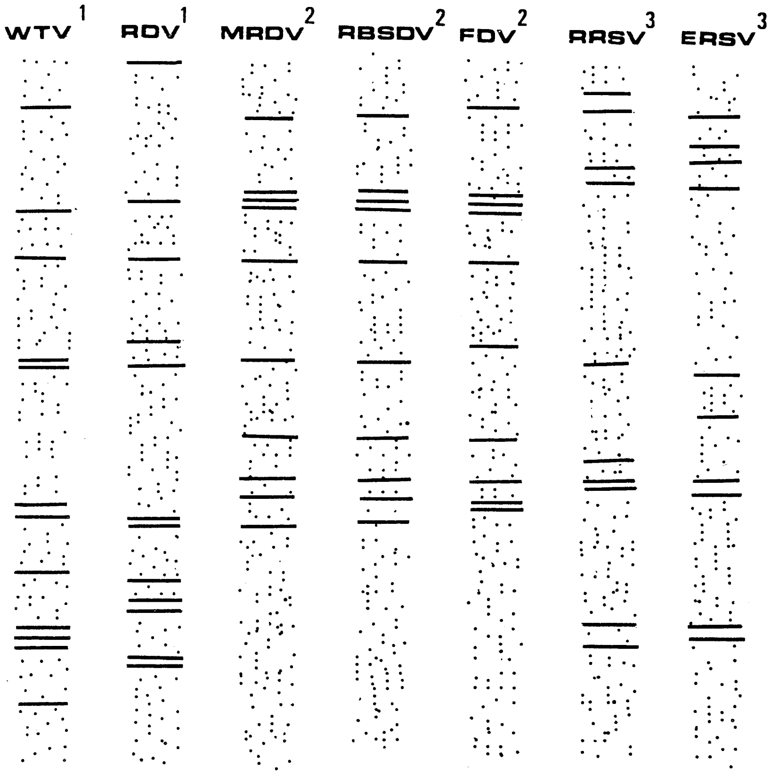
核蛋白

利用12% polyacrylamide gel 電泳分離 RRSV 病毒蛋白鞘之多胜肽(polypeptide)計得五種主要核蛋白，其分子量分別爲 129×10^3，123×10^3，63×10^3，50×10^3 及 35×10^3 daltons 及二種次要核蛋白 113×10^3 及 88×10^3 daltons[11]。其中 129×10^3，123×10^3 及 63×10^3 daltons 蛋白可能與 Hagiwara et al.[14] 所測得之 145×10^3，137×10^3及 72×10^3 daltons 核蛋白相同，而被認爲是構成病毒中核(viral core) 之蛋白，而 50×10^3 及 50×10^3 daltons 之蛋白可能與 Hagiwara et al.[14]所報告之 47×10^3 及 36×10^3 daltons 蛋白相同而被認爲是構成病毒粒子之突起(spikes)的蛋白。相同電泳膠片 ERSV 分離到四種主要蛋白即 127×10^3，123



圖一、水稻皺縮矮化病毒及稗草皺縮矮化病毒之核酸電泳圖
R:水稻皺縮矮化病毒， E:稗草皺縮矮化病毒
W:標誌核酸 wound tumor virus
* 引用自 Chen et al.(11)

Fig. 1. Electrophoresis of double-stranded RNAs of ERSV, RRSV and WTV in polyacrylamide gel. ERSV (lane E), RRSV (lane R) and WTV (lane W) in a 10% gel.



圖二、Plant reoviruses 之核酸基因段電泳移動位置圖比較
*1. phytoreovirus, 2. fijivirus, 3. 分類地位未定病毒

Fig. 2. Sizes of the individual double-stranded RNA genomes of the genera phytoreovirus, fijivirus. WTV. wound tumor virus; RDV. rice dwarf virus; MRDV. maize rough dwarf virus: RBSDV. rice black-streaked dwarf virus: FDV. fiji disease virus: RRSV. rice ragged stunt virus: ERSV. Echinochloa ragged stunt virus.

表一、水稻皺縮矮化病毒及稗草皺縮矮化病毒之估算核酸分子量

Table 1. Approximate molecular sizes of double-stranded RNAs of ERSV and RRSV determined by using WTV RNAs as markers.

基因段	分子量 ($\times 10^6$ daltons)		
	ERSV	RRSV	WTV
1	2.80	2.98	2.90
2	2.75	2.89	2.48
3	2.65	2.66	2.25
4	2.55	2.60	1.80
5	1.75	1.79	1.80
6	1.58	1.40	1.20
7	1.31	1.31	1.15
8	1.25	1.28	0.90
9	0.64	0.64	0.63
10	0.61	0.60	0.61
11	-	-	0.60
12	-	-	0.35
總合	17.89	18.15	16.67

*引用自 Chen et al.[11]

$\times 10^3$，63×10^3，及 34×10^3 daltons 及三種次要蛋白 103×10^3，50×10^3 及 49×10^3 daltons 。以上結果證明構成 ERSV 及 RRSV 病毒粒子之核蛋白多胜肽分子量有部份種類相近似。

血清學性質

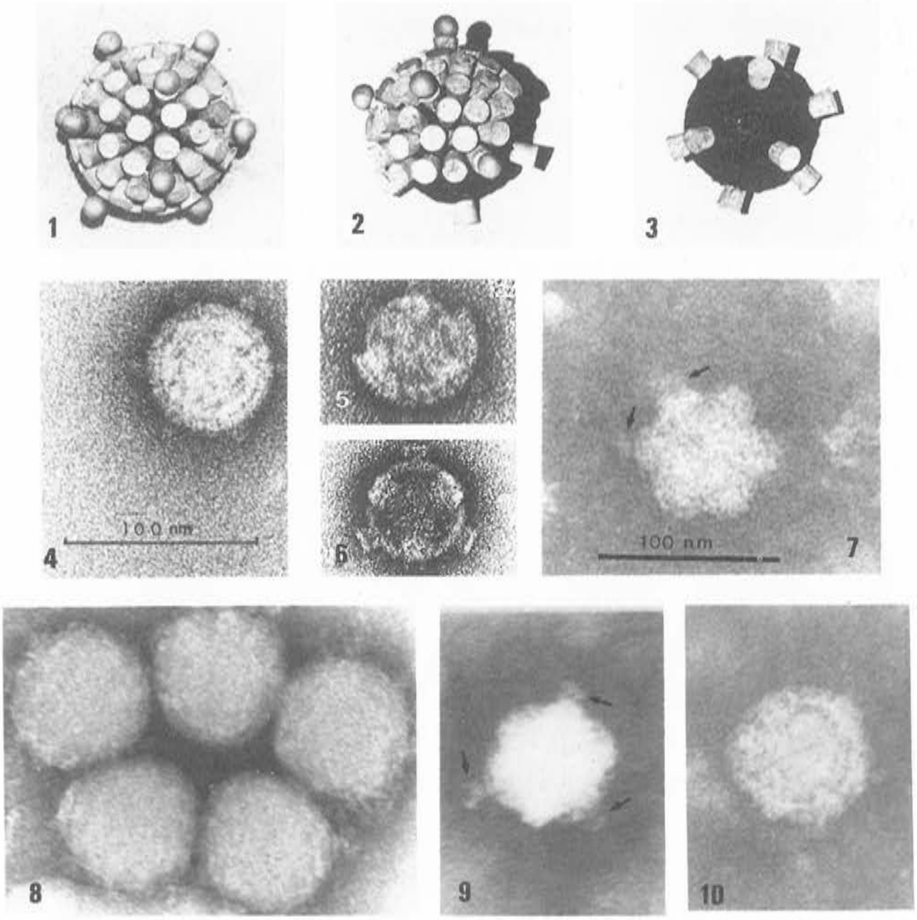
ERSV及RRSV是屬於免疫力較弱的一類病毒。利用電子顯微鏡免疫修飾法(Electron microscope decoration test)、免疫電顯標金法(Electron microscope gold label method) 或 immunosorbent electron microscopy 等實驗觀察結果均顯示 RRSV 抗原與 ERSV 抗血清間具有免疫反應，而 ERSV 抗原與 fiji disease virus, maize rough dwarf virus，rice black-streaked dwarf virus 或 oat sterile dwarf virus 抗血淸間則無免疫反應[2,29](陳慶忠未發表資料，Milne 私人通訊)。利用酵素聯結法(Enzyme-linked immunosorbent assay, ELISA) 及西方氏法(Westerner blot) 亦均證實 ERSV 與 RRSV 間具有血清類緣關係，而與 fijiviruses 則無(陳慶忠未發表資料)。值得一提的是以 ELISA 方法鑑定前述病毒間之血清關係時，原本

利用 Direct ELISA 檢定反應均極微弱，當改用 Indirect ELISA 方法測定時以 ERSV 或 RRSV 抗血淸分別與 ERSV 或 RRSV 抗原交互進行實驗結果，免疫反應極强，敏感度比前者增加在 100 倍以上。此種方法在 ERSV 及 RRSV 血淸學鑑定時值得採用。

六、電子顯微鏡觀察

典型之 fijivirus genus 病毒的外部形態，舉 maize rough dwarf virus (MRDV) 爲例說明[22,26,27]。MRDV 以 UA (uranyl acetate) 陰染在電子顯微鏡下可觀察到直徑約 65 nm 之球形粒子，具雙層核蛋白鞘 (Double shelled capsid)，同樣標本以 PTA (phosphotungstic acid)陰染之粒子略大，直徑約70～75nm。完整病毒粒子的外表可觀察到呈棍棒狀之突起稱 A-spikes (圖三-4)，以 UA 及 PTA 染色在電顯下觀察之長度分別爲 11 及 16 nm。正面檢視時通常可觀察到 4或 6個突起在對稱的位置上，此類病毒的表體是呈 3或 5倍對稱軸模型之 20 面體構造(圖三-1)[12,27]。B-spikes 附著在內鞘(inner capsid) 而伸入外層蛋白鞘中，A-spikes 附著在外層蛋白鞘上，B-spikes 與 A-spikes 相銜接(圖三-1,2,3)。雙層核蛋白鞘脫落後之粒子稱爲中核(core)，直徑約 40～45 nm (UA)，外表光滑，缺明顯之構造。Milne et al.[26]推算 MRDV 外表具 92 子粒 (capsomers)(圖三-1)。

有關 RRSV 的外部形態，最早是 Milne[24]利用 UA 陰染方法於電顯下觀察到具 B-spikes 的亞粒子 (subviral particle) 構造。病毒粒子之中核 (core) 直徑 40～45 nm，純化之樣品，中核外常含一層染色較深之薄鞘，此類粒子直徑約 51 nm。含內層蛋白鞘及 B-spikes 之亞粒子，直徑約 65～70 nm；B-spikes 長 7 nm，呈圓錐柱狀，頂部 12 nm，底部 16～18 nm。除 B-spikes 的底部較 fijiviruses 寬外，RRSV 粒子構造與 fijiviruses 之亞粒子構造相似。但 Hibino[17]在 RRSV 帶毒媒介昆蟲組織超薄切片時，觀察到直徑約 70 nm 之類似 fijiviruses 完整病毒粒子。有關 RRSV 形態的研究報告達五篇之多[10,14,17,19,24]，他們都利用 UA 陰染方法在電顯下觀察，一致認爲 RRSV 的病毒爲亞粒子，缺少典型 fijiviruses 之核蛋白外鞘及 A-spikes 構造。最近筆者以 PTA 陰染方法，在電顯下偶而觀察到直徑約 75～80 nm 之完整病毒粒子及 A-spikes突起 (圖三-7，8)，證據顯示 RRSV 似具有 fijiviruses 典型之外部形態構造，推測其蛋白外鞘以及 A-spikes 構造可能在標本製作染色過程中易遭化學藥劑等之影響而破壞。取罹病水稻葉片葉緣缺刻或呈白色之葉片部位行超薄切片在電顯下可發現直徑 50～66 nm 或 40 nm 之粒子分佈於韌皮細胞內之 viroplasm(內含體)。在帶毒媒介昆蟲體內之器官或組織包括唾腺、前腸、中腸、後腸、馬氏管、脂肪體、腦、複眼、皮膚、貯精囊及肌肉等，均可發現直徑 40～45 nm 或 50～75 nm 兩類球形病毒粒子呈聚積或分散或結晶狀排列存在於細胞質內之 viroplasm 中，病毒粒子亦有排列分佈於管鞘構造內者[2,10]。



圖三、Maize rough dwarf virus 之模型圖 (1-3), MRDV 陰染電顯圖 (4-6) (引用自 Shikata [32]), 水稻皺縮矮化病毒 (7-8)及稗草皺縮矮化病毒 (9-10)。

Fig. 3. Models of maize rough dwarf virus particles (1-3) and their negatively stained (4-6) (cited from Shikata[32]) , RRSV (7-8) and ERSV (9-10).

說明: 1. MRDV 病毒粒子之模型, 假設其外型具有 92子粒 (capsomeres) 之 20面體構造。
2. 外層蛋白鞘部份脫落之模型。
3. 內層蛋白鞘保留有 B-spikes 突起。
4. 完整病毒粒子, 具 A-spikes (UA) 與模型 1 比較。
5. 部份外層蛋白鞘脫落 (UA) 與模型 2 比較。
6. 內層蛋白鞘與 B-spikes 突起 (UA) 與模型 3 比較。圖4-6放大倍數相同。
7. RRSV 含 A-spikes 之亞粒子 (PTA) (箭頭爲 A-spikes)。
8. RRSV 之完整病毒粒子, 直徑約 80 nm (PTA)。
9. ERSV 具 A-spikes 之亞粒子 (PTA) (箭頭爲 A-spikes)。
10. ERSV 具雙層核蛋白, 直徑約 80 nm (PTA)。 圖7-10放大倍數相同。

ERSV 以 PTA 陰染在電顯下可觀察到類似 fijiviruses 之外部形態構造。完整粒子呈球形，直徑約 80 nm，具雙層核蛋白及 A-spikes 構造(圖三- 9,10)。不具外層核蛋白的亞粒子爲20面體之球形構造，頂與頂間之距離約 70 nm。一般純化或陰染之病毒粒子都呈球形， 其外層核蛋白顯然受到破壞，內層亦部份受到破壞 ，此種粒子直徑約 55～58 nm。內外層核蛋白均遭破壞的中核，直徑約 40～45nm。偶亦可觀察到中核附著 B-spikes 的病毒粒子。取葉脈腫大或葉緣呈白色之組織行超薄切片在電顯下可發現病毒粒子排列圍繞葉綠體周圍或大量充滿於細胞質中。在韌皮細胞內可發現直徑 55～70 nm 之病毒粒子，這些病毒粒子常呈規則或不規則狀堆積排列在 viroplasm 中。帶毒昆蟲體內之器官或組織包括唾腺、前腸、胃盲囊、馬氏管、後腸、脂肪體、腦、複眼等超薄切片在電顯下均可發現直徑 40～45 nm 及 50～80 nm 兩類病毒粒子，這些粒子通常聚積或分散於 viroplasm 中，亦有分佈於 viroplasm 周圍或細胞質中者[2,10]。

綜合前述研究結果，ERSV 與 RRSV 的外部形態構造除後者之 B-spikes 呈圓錐柱形即底部較頂部寬外，兩種病毒之外形構造及在其寄主植物或寄主媒介昆蟲体組織或器官內之分佈情形相類似。

七、結　語

就病徵、寄主植物、媒介昆蟲種類及昆蟲傳播特性的觀點，水稻皺縮矮化病與稗草皺縮矮化病是極近似的兩種病害。在病毒性質方面，ERSV 具有典型 fijiviruses 外部形態構造即具雙層核蛋白，其內、外層分別附有 B- 及 A-spikes 突起構造。雖然過去利用陰染方法在電顯下觀察結果一致指出 RRSV 不具核蛋白外鞘構造[10,14,19,24]，惟筆者最近利用 PTA 陰染方法在電顯下可觀察到直徑約 75～80 nm 之完整病毒粒子及 A-spikes 構造，其形態與 ERSV 相似。RRSV 及 ERSV 的遺傳基因組同具 10 條遺傳基因段，分子量相近，分別爲 18.15×10^6 daltons 及17.89×10^6 daltons，各基因段在電泳膠片移動位置之排列模式相似，且顯然不同於 phytoreoviruses 及 fijiviruses 而另成一種類型[12,27](圖二)。RRSV 與 ERSV 間具有血清類緣關係而兩種病毒與 fijiviruses 均無血清免疫反應。已有之研究結果顯示 RRSV 與 ERSV 爲二相近似但不相同的病毒(表二)。

晚近 Boccordo and Milne[8]將 Plant reoviruse 分類成三屬(genera)即 phyto-reovirus，fijivirus 及 rice ragged stunt virus。 RRSV 單獨成立一屬的理由，隨新的研究證據的闡明而改變。 最早 Boccardo and Milne[7,24] 根據其電泳分離 RRSV 核酸具有 8 條遺傳基因段及電顯觀察 RRSV 不具核蛋白外鞘而建議將之單獨成立爲 plant reovirus 之第三屬。隨後發現 RRSV 及 fijiviruses 同具有 10 條遺傳基因段，但核酸分子量較小且各基因段在電泳膠片上之移動排列自成一型，而做爲 RRSV 獨立成一屬的理由[8]。筆者最近利用 PTA 陰染 RRSV 罹病葉片之粗汁液在電子顯微鏡觀

表二、水稻皺縮矮化病及稗草皺縮矮化病之主要特性比較

Table 2. Comparison of the main characteristics of rice ragged stunt and Echinochloa ragged stunt

病毒	媒介昆蟲	自然寄主植物	病毒大小	核酸基因段數目	核酸分子量 ($\times 10^6$ daltons)
RRSV	褐飛蝨 *Nilaparvata lugens*	水稻、野生稻	80 nm	10	18.15
ERSV	擬白背飛蝨 *Sogatella vibix*	稗草、小米、小麥	75-80 nm	10	17.89

察發現 RRSV 具有與 fijiviruse 相似之外部形態構造。迄至目前之研究資料顯示在分類上 RRSV 與 ERSV 應可歸類在同一類。究竟 RRSV 與 ERSV 在 plant reoviruses 中應分類在第三屬或因爲它具有 10 條遺傳基因段、病毒外部形態、病徵、寄主植物、媒介昆蟲種類及傳播型式均與 fijiviruses 相似，但與 fijivirus 之三個血清群(serological groups) 之病毒均無血清類緣關係[2,29]，而將 RRSV 與 ERSV 分類在 plant reovirus 第二屬即 fijivirus 而另外成立一個血清群，何者較爲合理，値得進一步商榷。

八、參考文獻

1. 周廷光、仙北俊弘、四方英四郎 1979 水稻皺縮矮化病毒生體外之安定性。 植保會刊 21: 226-232。
2. 陳慶忠 1985 稗草皺縮矮化病及其與水稻皺縮矮化病之比較研究。 國立中興大學博士論文。150pp.
3. 陳慶忠、邱人璋 1981 皺縮矮化病及其對水稻生育之影響。植保會刊 23: 67-75。
4. 陳慶忠、邱人璋、陳脉紀、王玉沙、柯文華 1980 台灣稗草皺縮矮化病之研究。植保會刊 22: 425-426 (摘要)。
5. 陳慶忠、柯文華、邱人璋 1979 台灣水稻新毒素病－皺縮矮化病。 植保會刊 21 : 447 (摘要)。
6. Asehe, M. and Wilson, M. R. 1990. The delphacid genus *Sogatella* and related groups: a revison with spceial reference to rice-associated spe-

cies (Homoptera: Fulgoroidea) Syst. Ent. 15:1-42.

7. Boccardo, G. and Milne, R.G. 1980. Electrophoretic fractionation of the double-stranded RNA genome of rice ragged stunt virus. Intervirology 14: 57-60.
8. Boccardo, G. and Milne, R.G. 1984. Plant reovirus group. *In* Descriptions of Plant Viruses. (Gibbs, A. J., Harrison, B.D., Murant, A.F.,eds.), No. 294, P. 1-7. Commonw. Agric. Bur. and Assoc. Appl. Biol. Kew, England.
9. Chen, C.C., Chen, M.J. and Chiu, R. J. 1986. Echinochloa ragged stunt: symptomatology, host range and transmission. Plant. Prot. Bull. 28: 371-381.
10. Chen, C.C., Chen, M.J., Chiu, R.J. and Hsu, H. T. 1989. Morphological comparisons of Echinochloa ragged stunt and rice ragged stunt viruses by electron microscopy. Phytopathology 79:235-241.
11. Chen, C.C., Hsu, Y.H. Chen, M.J., and Chiu, R.J. 1989. The capsid protein and nucleic acid comparisons of Echinochloa ragged stunt and rice ragged stunt viruses. Intervirology 30:278-284.
12. Francki, R.I.B., Milne R.G. and Hatta, T. 1985. Atlas of plant viruses. Vol. 1, CRC Press, Florida.
13. Ghosh, A. and John, V.T. 1980. Rice ragged stunt virus disease in India. Plant Disease 64: 1032-1033.
14. Hagiwara, K., Minobe, Y. and Nozu, Y. 1986. Component proteins and structure of rice ragged stunt virus. J. Gen. Virol. 67: 1751-1755.
15. Hibino, H. 1979. Rice ragged stunt, a new virus disease occurring in tropical Asia. Rev. Plant Prot. Res. 12: 98-110.
16. Hibino, H., Kimura, I., Morinaka, T., Putta, M., Chettanachit, D., Parejarearn, A. Patirupanusara, and Disthaporn, S. 1986. Rice ragged stunt virus. Tech. Bull. Trop. Agric. Res. Center, Japan No. 21:14-33.
17. Hibino, H., Saleth, N. and Roechan, M. 1979. Reovirus-like particles associated with rice ragged stunt diseased rice and insect vector cells. Ann. Phytopathol Soc. Japan 45: 228-239.
18. Hibino, H., Roechan, M., Sudarisman, S. and Tantera, D. M. 1977. A virus disease of rice (Kerdil hampa) transmitted by brown planthopper, *Nilaparvata lugens* Stal, in Indonesia. Contr. Centr. Res. Inst. Agric. Bogor, 35: 15 pp.

19. Kawano, S., Uyeda, I. and Shikata, E. 1984. Particle structure and double-stranded RNA of rice ragged stunt virus. J. Fac. Agric. Hokkaido Univ. 61: 408-418.

20. Ling, K.C., Tiongco, E. R. and Aguiero, V. M. 1978. Rice ragged stunt, a new virus disease. Plant Dis. Rep. 62: 701-705.

21. Ling, K.C., Tiongco, E. R. Aguiero, V. M. and Cabauaton, P.Q. 1978. Rice ragged stunt disease in the Philippines. IRRI Res. Paper Series No. 16, 25 pp.

22. Lovisolo, O. 1971. Maize rough dwarf virus. *In* Descriptions of Plant Viruses (Gibbs, A. J., Harrison, B. D. and Murant, A. F. eds.), No. 72, p.1-4. Commonw. Agric. Bur. and Assoc. Appl. Biol. Kew, England.

23. Matthews, R. E. F. 1979. Classification and nomenclature of viruses. Intervirology 12:132-296.

24. Milne, R. G. 1980 Does rice ragged stunt virus lack the typical double shell of the reoviridae? Intervirology 14: 331-336.

25. Milne, R. G. Boccardo, G., and Ling, K.C. 1982 Rice ragged stunt virus. *In* Descriptions of Plant Viruses. (Gibbs, A. J., Harrison, B. D. and Murant, A. F. eds.),No.248, p.1-5. Commonw. Agric. Bur. and Assoc. Appl. Biol., Kew, England.

26. Milne, R.G. Conti, M., and Lisa, V. 1973. Partial purification, structure and infectivity of complete maize rough dwarf virus particles. Virology 53:130-141.

27. Milne, R.G. and Lovisolo, O. 1977. Maize rough dwarf and related viruses. Adv. Virus Res. 21: 267-341.

28. Milne, R.G. and Luisoni, E. 1977. Serological relationship among maize rough dwarf-like viruses. Virology 80: 12-20.

29. Milne, R.G., Luisoni E. and Ling, K.C. 1979. Preparation and use of an antiserum to rice ragged stunt virus subviral particles. Plant Dis. Rep. 63:445-448.

30. Morinaka, T., Putta, M., Chettanachit, D., Parejarearn, A. and Disthaporn, S. 1983. Transmission of rice ragged stunt disease in Thailand. JARQ 17:138-144.

31. Omura, T., Minobe,Y., Kimura, I., Hibino, H., Tsuchizaki, T. and Saito, Y. 1983. Improved purification procedure and RNA segments of rice ragged

stunt virus. Ann. Phytopathol. Soc. Japan 49:670-675.

32. Shikata, E. 1977. Plant reovirus group. *In* The Atlas of Insect and Plant Viruses, Chapter 24 (Maramorosch, K. ed.), Academic Press, New York.

稻作病害研討會專刊 117～130(1991)

臺灣水稻白葉枯病發生近況與展望

Recent Status and Future Prospects on Bacterial Blight in Taiwan

謝 式 坪 鈺*

Shih-pan-yu Hsieh

一、前　　言 ------------------------ 117
二、掌握抗病基因 ---------------------- 118
三、了解病原菌致病能力之變異性 --------- 119
四、穩定檢定用病原菌之致病力 ----------- 120
五、影響病葉內病菌做接種源之因子 ------- 124
六、必須有可靠損失估計之方法 ----------- 127
七、建立病害預測系統 ------------------ 128
八、期　　望 ------------------------ 128
九、參 考 文 獻 ---------------------- 129

一、前　　言

水稻白葉枯病由 *Xanthomonas campestris* pv. *oryzae* (Ishiyama) Dye 引起，本省在民國四十年間首次發現[4]，但當時發生輕微，一直到民國四十九年推出臺中在來一號，以及利用此品種做親本育成耐高氮肥，不倒伏品種後，白葉枯病才逐漸變成本省水稻重要病害。民國六十三年更因推廣嘉農秈11號和嘉農秈8號[7]，而使本省從未發生的急性萎凋型(Kresek)病徵首次在田間出現，這兩個品種停止栽培後，田間急性萎凋型病徵隨著消失了。

民國七十四年第二期作本省水稻白葉枯病突然空前大發生，受害面積不但高達 42,845 公頃，平均罹病莖數率爲26%，而且發生地區遍及全省各地，從此以後稻白葉枯病年年都嚴重發生，民國七十八年第一期作受害面積更超過一萬公頃達13,355公頃，同年第二期作創本省最高受害面積紀錄，高達45,017公頃(表一)。

這些年來水稻白葉枯病的嚴重大發生，到底是什麼原因造成？一個鐵的事實，是目

* 國立中興大學 植物病理學研究所

前本省栽培之品種，普遍對白葉枯病沒有抗病基因。有關單位每年雖花很多經費在水稻育種方面，其追求之目標是高產量及良好品質，抗稻熱病及飛蝨之育種，但對白葉枯病只形式上做了一下事後之檢定工作，而很少有意地利用具有抗白葉枯病基因品種做親本，而以抗白葉枯病爲主要目標。除此之外很可能育種者所採用於檢定抗病之病菌，不能代表田間存在之病菌。使用病菌如經不當的保存與繁殖，其致病力很快降低，利用此種菌株檢定所育出之品種，往往在自然界表現極度的感病性，目前大部份推廣品種都是屬於所謂中抗品種，但在田間表現的反應卻是中感，甚至極感病。因此對本省白葉枯病菌病原性之變異應有所了解，才能提出具有代表性菌株，供育種家檢定抗病品種之用。

本文介紹近年來本省水稻白葉枯病之發生概況，並報告這兩年來筆者實驗室所獲得之一些未發表之研究結果（研究計畫，78農建-7.1-糧-12和79農建-7.1-糧-23經費蒙農委會補助，在此誌謝）另一方面展望未來對本病研究之方向及可能防治之道，希望將來本省的稻白葉枯病，不再普遍而嚴重之大發生。

表一、民國75-79年本省稻白葉枯病發生面積（公頃，農林廳資料）

Table 1 Prevalence of rice bacterial blight in Taiwan from 1986 to 1990

年份 Year	第一期作 First crop		第二期作 Second crop	
	面積 Area(ha)	罹病莖數率 (%) % diseased stems	面積 Area(ha)	罹病莖數率 (%) % diseased stems
75	4,925	34.7	24,489	13.9
76	6,930	33.2	21,157	20.7
77	5,327	7.8	24,421	18.4
78	13,355	23.7	45,017	18.7
79	10,232	15.2		

二、掌握抗病基因

水稻品種具有對白葉枯病之抗病基因， 主要來自日本及菲律賓國際稻米研究所(IRRI)測試出來的。如日本之Wase Aikoku 3 (Xa-3) [2]，Kogyoku (Xa-1,Xa-kg)，Ki-dama group，Tetep，和 Rantai Emas 2 (Xa-1，Xa-2)，Java 14 (Xa-1,Xa-3，Xa-kg) [16,18,24]，IRRI 測試得抗病基因有 IR 8 (Xa-11)，Pelita I/1 和 IR 20 (Xa-4)，

Kele，Chinsurah Boro II 和 IR 1545-339(xa-5) IR 944-102 和 Zenith (Xa-6)，DV 85 (xa-5，Xa-7)，Cas 209 (Xa-10) [19,20,21,24]，隱性抗病基因除 xa-5 外，尚有 xa-8 和 xa-9 [11]，但只有xa-5 比較清楚，這些抗病基因並不是全部適合本省做育種材料 ，約二十年前筆者測試 Wase Aikoku 3 對本省菌株時，發現所有菌株皆表現弱致病力，但如今有些菌株對此品種能造成中度致病能力。 IR 8 對本省菌株具極感病性，Cas 209對所有菌株皆具極感病性，而 Tetep，Rantai Emas 2 和 Java 14，本省有些菌株也可造成中等以上之傷害。由此可見 Xa-1，Xa-2，Xa-3，Xa-kg，Xa-10，Xa-11，六種抗病基因並不能很有效的抵抗本省所有存在之病原菌，因此不適合本省做爲抗白葉枯病之育種親本，而可利用的只有 IR-20，DV 85 和 IR 1545-339 所具有的 Xa-4，xa-5，Xa-7 基因，本省所分離之菌株至今尙無和這三個基因有密切之親和性。測試本省目前及近十年來栽培之主要品種發現只有高雄秈 7號具抵抗性外，其他供試一百多品種皆表現中度感病至極度感病之間。至於高雄秈7號的抗病基因爲何？尙有待鑑定。

三、了解病原菌致病能力之變異性

水稻白葉枯病菌菌株間之致病力常有變異現象，各菌株之致病力常有不同，了解本省白葉枯病菌菌株特異情形，是抗病育種或抗病篩選時不可或缺之資料。

民國七十八年第二期作，由本省各地所採集分離之 134菌株，經接種到日本[1,5]與 IRRI[5,14]判別品種發現，IRRI 判別品種除 IR 8 有示差之外，其他四種對本省菌株無判別作用；IR 20，IR 1545-339和 DV 85，對所有菌株皆表現抵抗性，而 Cas 209 則都表現感病性。約10%菌株對 IR 8 表現弱致病力，12%菌株對 IR 8 表現中度致病力，而其他菌株則對 IR 8 表現強致病力。日本判別品種除 Kinmaze 因沒有抗病性基因，對本省大多數菌株都表現感病性外，其他四個品種 Kogyoku，Tetep，Wase Aikoku 3， Java 14 都有示差作用 。本省菌株利用日本之判別品種可分成 6 群，第一群除對 Kinmaze 表現強致病力外對其他品種都表現弱致病力，本次分離菌株約 60%即 80個菌株屬此群，第二群則對 Kinmaze 和 Kogyoku 表現強致病力，而對其他三個品種表現弱致病力，有10個菌株屬此群，第三群對 Kinmaze，Kogyoku 和 Tetep表現強致病力，而對其他兩個品種表現弱致病力，有 8個菌株屬此群，第四群對 Kinmaze 和Wase Aikoku 3 表現強致病力而對其他三個品種表現弱致病力，有5個菌株屬此群。第五群對Kinmaze ，IR 24 和臺中在來一號等沒有抗病基因品種表現中度致病力，這些菌株對其他具抗病基因之品種都表現弱致病力，約5%即 7菌株屬此群，第六群有24個菌株無法歸屬於任何已定之五個群中。分析日本及菲律賓判別品種對本省菌株之反應表現，本省之菌株比較

接近日本之菌株，如日本及本省菌株對 Cas 209 皆表現強致病力，對 IR 1545-339 表現弱致病力，而對 Java 14，Wase Aikoku 3 和 IR 8 表現有些強有些弱致病力，這些性質和菲律賓菌株相反，菲律賓菌株對 IR 8 皆表現強致病力，對 Wase Aikoku 3 和 Java 14，皆表現弱致病力，而對 Cas 209 和 IR 1545-339 表現有強和弱致病力。因此本省比較適合用日本之判別品種，但我們可以用臺中在來一號來代替 Kinmaze 做感病對照，另外增加 IR 8 使判別起來更為完全。

四、穩定檢定用病原菌之致病力

植物病原細菌在培養基上，經數次移植培養後有逐漸減低其致病力之現象，稻白葉枯病菌也不例外，在馬鈴薯蔗糖瓊脂或 Wakimoto 培養基繁殖，其致病力常逐漸減低，如抗病檢定用菌種保存及繁殖不當，其選出之所謂抗病品種，可能在田間表現感病之現象，本研究為了了解白葉枯病菌在不同抵抗力水稻品種體內之穩定性，觀察病原菌在同一品種連續繁殖，是否會有逐漸減低其致病力，以做為提供最簡便病菌保存及增殖之方法，供抗病育種檢定之用。四個菌株 XO 52 (採自雲林土庫) XO 94(採自南投中興新村) XO 111 (採自臺中石岡) XO 121(採自宜蘭壯東橋)分別接種到具有不同抵抗性基因之水稻上，水稻品種有 Chugoku，Wase Aikoku 3 (Xa-3)，Cas 209 (Xa-10)，Java 14 (Xa-1，Xa-3，Xa-kg)，Kaohsiung Sen 7 (Unknown)，IR 1545-339 (xa-5)，IR 8 (Xa-11)，IR 24 (none) 等八種。民國78年7月30日第一次接種，到民國79年5月2日最後一次，分別由病葉得到接種源利用剪葉法[10]接到相同之品種上，總共通過相同寄主10次之後，再分別把每一菌株在每一品種之病葉當接種源，先接種到 IR 24，所得病葉再接種到上述八個品種及Kinmaze (none)，Tetep (Xa-1，Xa-2)，IR 20 (Xa-4)，DV 85 (Xa-5，Xa-7)，Kogyoku (Xa-1，Xa-kg)，Rantai Emas 2 (Xa-1，Xa-2)等品種。以觀察菌株在連續通過不同抵抗性品種之後，致病力是否會發生改變。結果發現除通過品種 IR 1545-339者外，通過其他品種者或多或少致病力有降低現象，尤其通過Wase Aikoku 3 和 Cas 209 者致病力銳減。利用人工剪葉接種方法把病原細菌接入寄主內繁殖，可能是一種強迫性的行為，就如同在培養基上繁殖一樣，不能經由寄主之選擇壓力，使致病力較強者得到優勢，所以如要用病葉當接種源，最好使用噴霧接種法，此種類似自然感染方法，致病力較弱者侵入寄主較難，而致病力降低之現象可能較少，另一方面必須注意避免連續在同一品種繁殖，或者可以利用 IR 1545-339 品種繁殖病原細菌當接種源(表二)。

表二～1、水稻白葉枯病菌在同一水稻品種連續繁殖十次後致病力之改變

Table 2-1 Changes in virulence of *Xanthomonas campestris* pv. *oryzae* after ten successive passages through the same rice variety

品 種[(1)] 代 號 Varietal number	菌 株 Isolates[(2)]								
	94-ck	94-2	94-3	94-4	94-6	94-8	94-10	94-12	94-13
1	7.0	7.0	4.2	3.6	6.2	5.4	6.8	5.0	6.3[(3)]
2	6.4	5.2	2.3	4.1	6.5	5.7	6.7	4.4	6.6
3	6.5	6.0	4.9	4.3	5.5	5.8	6.8	4.5	5.6
4	8.5	6.7	4.3	5.5	7.5	7.1	7.7	5.6	7.2
5	2.1	5.9	2.6	3.7	1.5	1.6	6.3	3.7	3.8
6	7.7	4.7	3.6	4.3	6.0	6.5	7.4	5.6	5.8
7	8.4	8.5	3.2	3.7	4.3	5.5	6.5	7.5	6.1
8	3.5	2.5	2.1	2.8	2.0	2.9	5.6	3.1	4.7
9	7.9	6.5	2.3	3.4	2.9	5.7	7.3	6.0	6.8
10	3.3	2.5	1.7	2.7	1.8	3.1	3.3	3.8	3.8
11	4.3	3.3	4.9	2.8	3.4	3.0	4.2	4.1	3.8
12	6.8	5.1	3.3	3.2	6.4	6.2	6.2	5.4	6.3
13	8.7	6.6	2.5	3.6	6.1	6.0	6.6	6.2	5.5
14	8.9	6.6	5.9	5.3	6.6	6.7	7.8	6.6	7.4
Average	6.43	5.14	3.41	3.79	4.76	5.09	6.37	5.11	5.69

(1) 品種代號(Varietal number)：

1= Kogyoku, 2= Chugoku, 3= Wase Aikoku 3, 4= Cas 209, 5= DV-85, 6= Java 14, 7= Tetep, 8= Kaohsiung sen 7, 9= Kinmaze, 10= IR 1545-339, 11= IR 20, 12= IR 8, 13= IR 24, 14= Rantai Emas 2.

(2) 前面號碼爲原菌株號碼，後面數字爲通過十次繁殖之品種代號。

Original isolate number followed by varietal number used for ten successive passages.

(3) 平均三重複之病害指數，每重複十葉片。

The numerals represent aveerage values of disease indices of 3 replications with 10 leaves per replication.

表二～2、水稻白葉枯病菌在同一水稻品種連續繁殖十次後致病力之改變

Table 2-2 Changes in virulence of *Xanthomonas campestris* pv. *oryzae* after ten successive passages through the same rice variety

品 種[(1)] 代 號 Varietal number	菌 株 Isolates[(2)]								
	111-ck	111-2	111-3	111-4	111-6	111-8	111-10	111-12	111-13
1	6.7	3.7	5.2	4.7	6.1	4.5	6.7	5.6	5.9[(3)]
2	6.5	7.1	5.8	4.0	4.0	4.2	5.0	5.3	4.3
3	6.5	7.1	6.2	4.3	5.6	6.4	5.7	5.1	4.8
4	7.4	7.6	7.5	6.2	7.4	5.9	6.5	7.2	5.8
5	3.2	5.2	2.5	2.5	2.8	4.5	6.9	4.8	2.2
6	7.5	3.8	6.0	4.1	5.9	4.6	5.6	6.9	6.0
7	6.0	3.9	4.8	5.6	4.1	4.8	5.4	6.4	5.2
8	2.9	2.4	2.6	2.3	1.4	3.8	4.1	2.6	3.0
9	5.7	6.9	7.1	3.6	4.8	5.9	3.6	6.3	5.3
10	3.5	3.0	3.3	2.6	2.7	1.8	2.1	3.1	3.0
11	3.9	3.5	2.4	2.5	2.9	2.8	2.6	4.3	4.3
12	6.1	6.6	5.6	3.5	7.5	3.6	4.9	6.8	5.9
13	7.1	8.3	5.6	3.6	7.3	4.8	5.8	6.3	5.4
14	7.6	7.5	7.1	6.3	6.2	6.1	6.3	8.3	6.8
Average	5.76	5.00	5.12	3.99	4.91	4.55	5.09	5.64	4.85

(1)，(2)，(3) 同表二～1

表二～3、水稻白葉枯病菌在同一水稻品種連續繁殖十次後致病力之改變

Table 2-3 Changes in virulence of *Xanthomonas campestris* pv. *oryzae* after ten successive passages through the same rice variety

品 種(1) 代 號 Varietal number	菌 株 Isolates(2)								
	121-ck	121-2	121-3	121-4	121-6	121-8	121-10	121-12	121-13
1	7.7	5.2	2.4	3.2	5.6	4.9	7.5	5.2	5.9(3)
2	5.9	5.8	2.3	3.7	4.4	2.6	4.6	4.8	3.8
3	5.9	5.6	3.6	5.4	5.0	4.2	5.2	5.3	4.3
4	8.2	7.3	3.8	3.8	7.4	3.4	5.6	6.2	7.7
5	4.6	4.5	2.3	2.6	2.2	4.9	4.8	5.8	3.3
6	5.9	4.4	4.1	5.6	5.1	4.1	6.6	5.3	5.1
7	7.3	6.5	4.1	4.0	3.6	5.0	6.4	5.3	5.5
8	2.5	2.4	2.3	1.9	1.4	3.3	4.2	4.2	1.8
9	7.3	6.2	3.2	3.5	3.7	4.4	5.7	5.2	7.2
10	3.5	2.4	1.9	3.0	2.1	2.8	3.2	4.4	3.2
11	2.7	3.1	2.3	2.5	1.6	2.6	4.4	4.5	4.0
12	7.2	5.7	3.3	3.0	6.8	3.8	6.1	5.8	4.9
13	6.8	6.6	1.8	4.1	7.6	3.5	7.0	5.8	6.5
14	7.8	6.5	4.7	5.4	5.9	4.7	7.3	8.0	7.0
Average	5.95	5.16	3.01	3.69	4.46	3.87	5.61	5.41	5.01

(1)，(2)，(3) 同表二～1

表二～4、水稻白葉枯病菌在同一水稻品種連續繁殖十次後致病力之改變

Table 2-4 Changes in virulence of *Xanthomonas campestris* pv. *oryzae* after ten successive passages through the same rice variety

品 種[1] 代 號 Varietal number	菌 株 Isolates[2]								
	52-ck	52-2	52-3	52-4	52-6	52-8	52-10	52-12	52-13
1	6.6	4.8	1.8	3.7	6.8	4.5	7.2	5.5	4.8 [3]
2	8.0	5.8	2.8	3.6	6.9	5.5	7.6	6.1	5.0
3	7.4	6.6	4.4	4.5	6.7	5.4	7.3	5.9	4.0
4	8.7	6.7	5.4	4.4	7.9	6.6	8.3	7.6	5.5
5	4.7	4.7	2.8	4.4	2.7	3.6	5.8	2.8	4.9
6	8.2	6.1	4.3	3.8	6.8	6.9	8.2	5.0	3.7
7	7.6	5.2	4.5	2.8	6.5	6.5	7.4	6.2	4.2
8	3.6	3.1	1.9	1.6	1.5	3.3	5.4	3.8	5.2
9	8.0	5.9	2.4	4.4	3.6	5.1	7.3	6.1	6.8
10	4.7	3.7	2.2	2.6	1.8	3.7	3.4	4.5	3.4
11	5.3	3.7	2.5	3.2	4.3	3.3	4.2	4.2	4.1
12	7.7	5.8	4.0	3.0	8.4	4.1	6.9	6.7	4.5
13	7.8	6.1	4.2	4.0	8.3	4.7	8.5	6.7	5.7
14	8.5	4.8	2.5	3.8	5.5	6.2	7.9	7.7	5.7
Average	6.91	5.21	3.26	3.56	5.55	4.96	6.81	5.63	4.82

(1)，(2)，(3) 同表二～1

五、影響病葉內病菌做接種源之因子

1.保存時間：

早期之研究結果顯示稻白葉枯病菌在病葉，於低溫低濕下可殘存一年以上[6]，本試驗把 XO 52 菌株接種到 IR 24 所得病葉保存在相對濕度 0%，溫度0～4℃下，每 2個月測試單位乾重量之活菌量，並以病葉80 mg/ml之水浸液當接種源，利用剪葉法[10]接到 IR 24 觀察發病率及發病度。由表三可見病葉保存在相對濕度0%及溫度

0～4℃下，經6個月後作爲接種源，其致病力並未減弱 。而保存 6個月以上之病葉由於其內之活菌數降低，而使部分接種葉片不發病，然其罹病率仍高達82%，此結果顯示於 0%相對濕度0～4℃下，保存於病葉內之白葉枯病菌經10個月後仍有很強之致病力，而利用病葉保存白葉枯病菌可達長期保存之目的。

表三、白葉枯病菌在病葉之殘存及其當接種源之可能性

Table 3 Survival of *Xanthomonas campestris* pv. *oryzae* in diseased leaves kept at 0% RH and 0-4℃ and its possible usage as inoculum

保存時間 Duration of storage	病菌數/毫克 Log CFU bacteria/ mg diseased leaves	罹病率 % diseased leaves	罹病指數 Disease index
新鮮乾葉 Fresh dry	7.688	100	9.00
2月(months)	6.929	100	9.00
4月(months)	6.554	100	9.00
6月(months)	5.967	100	8.23
8月(months)	5.780	94	7.93
10月(months)	4.903	82	6.25

2.水稻品種：

把菌株 XO 52 接種到 IR 24，Kinmaze，IR 8，Wase Aikoku 3，和 Java 14 等五品種，經兩星期病徵出現後，測定病葉單位面積之病菌含量。結果病原菌在前三品種造成萎凋型病徵，而在後兩品種造成典型病徵，經定量測定每單位面積之病菌時發現不同病徵型在組織內含病菌量並沒有明顯差別，如以 log CFU/cm 病葉表示則在 8～8.54 之間 (平均爲8.37)，顯示病菌在不同病徵型和不同抗性之水稻葉片上，其單位面積內之菌量並沒有差異。但如果把病徵所佔面積與其進展速度等因子計算進去則病菌在感病性品種之繁殖速度當然快很多。由此試驗得知，不管是那種品種，只要是水稻白葉枯病病葉，皆可得到充分之菌量來當接種源。

3.浸水時間：

IR 24 接種菌株 XO 52採得病葉，一半立即放入眞空抽氣瓶內乾燥，一半放在密封塑膠袋置入冷藏箱，經2小時後分別將其剪成約2mm長，浸水後經 5、10、30、60分鐘後取樣測定病菌量。由表四可以看出，乾病葉與鮮病葉病菌之釋出量沒有明顯差別

，浸水5分鐘後乾病葉比鮮病葉略高。10分鐘後釋出量相似，10分鐘以上不再增加，由此可見浸水時間至少要10分鐘。

表四、稻白葉枯病乾病葉及鮮病葉浸水後病菌之釋出量

Table 4 Release of *Xanthomonas campestris* pv. *oryzae* from dried or fresh diseased leaves immersed in water for different periods

浸水時間(分) Immersion time(min)	乾病葉 Dried leaves	鮮病葉 Fresh leaves
5	3.77×10^{7}*	2.16×10^{7}
10	2.53×10^{8}	1.05×10^{8}
30	1.31×10^{8}	1.02×10^{8}
60	1.25×10^{8}	9.95×10^{8}

* CFU/cm diseased leaves

4.病葉浸出液在室溫及冰櫃下保存時間：

菌株 XO 52 接種到 IR 24，所得病葉經乾燥後，剪成2mm長，分別在室溫 (25～30℃)及冰櫃內(1～4℃)以80mg病葉/ml水比例浸水，然後經 1、3、5、7、9、12、24小時後利用剪葉法接種到 IR 24上，經20天後調查發病率及發病度，不發病之病葉不加入計算發病度 。由表五之結果可以看出，放在室外7小時內病葉浸出液，仍然如剛浸出者保持最高發病率100%及發病度9 。9小時後則發病率及發病度急速下降，至12小時即不會發病。可能由於在高溫下雜菌繁殖所造成之結果，但如保存在冰櫃，則保存到24小時仍保持原有的發病率與發病度，因此夏天接種時接種源宜放置在冰櫃內。

5.浸水時病葉之長度：

菌株 XO 52 接種到 IR 24 所得病葉，一半急速乾燥，一半放在冰箱塑膠袋內，然後分別剪成約2、4、6、8、10mm長，依1cm病葉/ml水比例浸入水中，經10、20和30分鐘後做病菌定量分析。由表六可以看出病葉剪得愈短，病菌愈容易釋出水中。而病菌在乾燥病葉又比鮮病葉較易釋出，可能由於病菌在乾燥葉組織內吸水後膨脹比較容易破壞葉組織而釋出，而鮮組織大都由剪切面釋出。但浸水10分鐘後足夠把病菌釋出，延長時間並沒有明顯增加釋出量。

六、必須有可靠損失估計之方法

水稻白葉枯病近年來在本省造成很大爲害，但病害調查之數據往往只有爲害面積或罹病莖數率，而對產量之損失從無客觀之評估，因而無從了解本病所造成之眞正傷害和

表五、稻白葉枯病病葉浸出液在室溫及冰櫃下保存不同時間後當接種源之發病情形

Table 5 Infectivities of *Xanthomonas campestris* pv. *oryzae* released from diseased leaves after incubated at room temperature or at 0-4 ℃ for different periods.

保存時間 Incubation time (hr)	罹病率 (%) Diseased leaves(%)		罹病指數 Disease index	
	0-4℃	25-30℃	0-4℃	25-30℃
1	100	100	9.0	9.0
3	100	100	9.0	9.0
5	100	100	9.0	9.0
7	100	100	9.0	9.0
9	100	43	9.0	6.1
12	100	0	9.0	0
24	100	0	9.0	0

表六、水稻白葉枯病病葉不同長度浸入水中經不同時間後病菌之釋出量(CFU/cm)

Table 6 Release of *Xanthomonas campestris* pv. *oryzae* from different length of diseased leaves immersed in water

病葉長度 Leaf length (mm)	浸水時間 (Immersion time, min)					
	乾燥葉 Dried leaves			鮮葉 Fresh leaves		
	10	20	30	10	20	30
2	1.5×10^{8}	1.4×10^{8}	1.6×10^{8}	1.2×10^{8}	9.8×10^{7}	9.7×10^{7}
4	1.3×10^{8}	1.4×10^{8}	1.5×10^{8}	8.4×10^{7}	7.8×10^{7}	8.6×10^{7}
6	9.8×10^{7}	1.1×10^{8}	1.2×10^{8}	2.3×10^{7}	4.6×10^{7}	4.5×10^{7}
8	6.4×10^{7}	8.8×10^{7}	9.2×10^{7}	8.8×10^{6}	7.6×10^{6}	8.2×10^{6}
10	7.8×10^{7}	8.2×10^{7}	8.4×10^{7}	4.3×10^{6}	5.2×10^{6}	4.7×10^{6}

產量損失。此乃由於尙無一個很好的損失估計之方法，早期井上及津田[8]在日本報告一個公式，依此公式水稻白葉枯病造成產量損失在 5～35%之間，但事實上很多嚴重受害區之產量損失高於35%。過去由於沒有藥劑可以控制白葉枯病，因此只能利用天然發病田或接種田，調查病害程度與產量之關係，無法從一品種中造出病害階梯，來做損失估計之統計資料，此外日本之地理環境與本省相差甚大，筆者過去曾測試此公式發現，並不適用於本省。因此我們必須選用不同病徵型水稻品種，利用最近剛審查通過之藥劑10%克枯爛 WP 做不同程度之防治，造成傷害階梯。利用回歸方程，找出最可靠之方程式及最適當調查時期，做今後損失估計之依據[9,12,23]。並做爲將來對本病經濟防治及流行性學研究之參考。

七、建立病害預測系統

準確的病害預測是件複雜而困難工作，流行病害之發生受氣象及其他環境因子之影響。過去因爲沒有防治白葉枯病之藥劑，預測的結果也無法執行防治工作，因此早年日本雖用噬菌體做預測而得到若干結果[15,22]，但預測要發生也只能眼睜的看它發生，目前已有推廣藥劑，所以如能準確預測病害之發生，就可以做到有效的經濟防治。預測系統之建立可由下列三方面探討其可行性。

1. 設置預測田：選擇適當地點設置預測田，種植不同抵抗性品種，施用多量之氮肥誘導病害之發生，由預測田病害發生的早晚及不同嚴重度可以做爲該地區發生病害情形之參考[15]。
2. 利用氣象因子預測：日本在早期曾用雨量、光線、溫度、颱風之次數及嚴重性來預測白葉枯病發生。有些地區得到良好結果，但大多數並不十分準確[3]。
3. 利用噬菌體預測：在日本曾偵測秧苗田、本田或灌溉水內噬菌體數量來預測病害之發生，苗田如採不到噬菌體，則本田發生白葉枯病機率很低，本田噬菌體數量愈高，病害發生愈早且愈嚴重。然所用的白葉枯菌株必須對當地之噬菌體有親和性，採取水樣品最好在清晨，否則其他時間可能因陽光或水溫上升而減少噬菌體數量，而失去預測的準確性[22]。

八、期　望

白葉枯病已成爲本省最重要水稻病害，爲害程度可能遠超過稻熱病與紋枯病，過去只局部發生在第二期作水稻，如今不但在第二期作水稻到處可見，且很多地區發生嚴重，而且在第一期作也非常普遍，今後之水稻育種工作，除了一般的農藝性狀外，應注重抗病品種之育成，利用具有抗病基因之品種做親本，將其抗病基因導入栽培品種，使一般栽培品種都具有某些特定之抗病基因，另外應該建立預測系統，以達到綜合防治之最後目標。

九、參考文獻

1. Ezuka, A., and Horino, O. 1974. Classification of rice varieties and *Xanthomonas oryzae* strains on the basis of their differential interactions. Tokai-kinki Nat. Agric. Exp. Stn. Bull. 29. 19p.
2. Ezuka, A., Horino, O., Toriyama, K., Shinoda, H., and Morinaka, T. 1975. Inheritance of resistance of rice variety Wase Aikoku 3 to *Xanthomonas oryzae*. Bull. Tokai-Kinki Nat. Agric. Exp. Stn. 28：124-130.
3. Fujikawa, T., Okadome, Z., Utsunomiya, T. 1957. Relationship between the climatic conditions and the occurrence of bacterial leaf blight of rice in Oita Prefecture. Agric. Meteorol., Japan, 12：148-150.
4. Hashioka, Y. 1951. Bacterial leaf blight of rice and its control. Agric. and Hort., Tokyo 26：644-648.
5. Horino, O., Mew, T. W., Khush, G. S., and Ezuka, A. 1981. Comparisons of two differential systems for distinguishing pathotypes of *Xanthomonas campestris* pv. *oryzae*. Ann. Phytopathol. Soc. Jpn. 47：1-14.
6. Hsieh, S. P. Y., and Buddenhagen, I. W. 1975. Survival of tropical *Xanthomonas oryzae* in relation to substrate, temperature, and humidity. Phytopathology 65：513-519.
7. Hsieh, S. P. Y., and Chang, S. C. 1977. Some factors affecting the expression of kresek symptom on rice infected with *Xanthomonas oryzae*. Plant Prot. Bull.(Taiwan) 19：275-286.
8. Inoue, Y., and Tsuda, Y. 1959. On the assessment of damages in yield of the rice plant attacked by bacterial leaf blight. Tokai-kinki Nat. Agric Exp. Sta. 1(6)：154-167.
9. James, W. C. 1974. Assessment of plant diseases and losses. Annu. Rev. Phytopathol. 12：27-48.
10. Kauffman, H. E., Reddy, A. P. K., Hsieh, S. P. Y., and Merca, S. D. 1973 An improved technique for evaluating resistance of rice varieties to *Xanthomonas oryzae*. Plant Dis. Reptr. 57：537-541.
11. Khush, G. S., and Virmani, S. S. 1985. Breeding rice for disease resistance. Progress in Plant Breeding, et. G. E. Russell, 1：239-279. Butterworths. 392 pp.
12. Madden, L. V. 1983. Measuring and modeling crop losses at the field

level. Phytopathology 73 : 1591-1596.

13. Mew, T. W. 1987. Current status and future prospects of research on bacterial blight of rice. Ann. Rev. Phytopathol. 25 : 359-382.
14. Mew, T. W., and Vera Cruz, C. M. 1979. Variability of *Xanthomonas oryzae* : Specificity in infection of rice differentials. Phytopathology 72 : 786 -789.
15. Mizukami, T., and Wakimoto, S. 1969. Epidemiology and control of bacterial leaf blight of rice. Annu. Rev. Phytopathol. 7 : 51-72.
16. Ogawa, T., Morinaka, T., Fujii, K., and Kimura, T. 1978. Inheritance of resistance of rice varieties Kogyoku and Java 14 to bacterial group V of *Xanthomonas oryzae*. Ann. Phytopathol. Soc. Jpn. 44 : 137-141.
17. Olufowote, J. O., Khush, G. S., and Kauffman, H. E. 1977. Inheritance of bacterial blight resistance in rice. Phytopathology 67 : 772-775.
18. Sakaguchi, S. 1967. Linkage studies on the resistance to bacterial leaf blight, *Xanthomonas oryzae*(Uyeda et Ishiyama)Dowson, in rice. Bull. Nat. Inst. Aggr. Sci., Ser. D, 16 : 1-17.
19. Sidhu, G. S., and Khush, G. S. 1978. Dominance reversal of bacterial blight resistance gene in some rice cultivars. Phytopathology 68:461-463
20. Sidhu, G. S., Khush, G. S., and Mew, T. W. 1978. Genetic analysis of bacterial blight resistance in seventy-four cultivars of rice, *Oryza sativa* L. Theor. Appl. Genet. 53 : 105-111.
21. Singh, R. J., Khush, G. S., and Mew, T. W. 1983. A new gene for resistance to bacterial blight in rice. Crop Sci. 23 : 558-560.
22. Tagami, Y., Kuhara, S., Kurita, T., Sekiya, N.1958. Relation between the population of *Xanthomonas oryzae* phage in paddy field water and the occurrence of bacterial leaf blight. Proc. Assoc. Plant Protect., Kyushu, 4, 63-64.
23. Teng, P. S., and Johnson, K. B. 1988. Analysis of epidemiological components in yield loss assessments. Pages 179-189 in : Experimental Techniques in Plant Disease Epidemiology. J. Kranz and J.Rotem, ets. Springer-Verlag, New York.
24. Yoshimura, A., Mew, T. W., Khush, G. S., and Omura, T. 1983. Inheritance of resistance to bacterial blight in rice cultivar CAS 209. Phytopathology 73 : 1409-1412.

稻 細 菌 性 穀 枯 病

Bacterial Grain Rot of Rice

簡 錦 忠* 張 義 璋*
Chin-Chung Chien Yih-Chang Chang

一、前 言 ------------------------ 131
二、病 徵 ------------------------ 132
三、發 生 生 態 ------------------------ 132
四、發病程度與產量之關係 ---------------- 139
五、防 治 對 策 ------------------------ 140
六、參 考 文 獻 ------------------------ 143

一、前 言

稻細菌性穀枯病首先於1955年秋季，在日本福岡縣的水稻 Benesengoku品種上發現，乳熟期的綠色稻穗上，有一半不稔穀粒之病變。後藤、大畑[10]經鏡檢發現病組織有細菌溢出物，經分離接種後確定爲一種新的細菌性病害，1956年訂名爲「稻籾枯性細菌病」，同氏等並於1958年報告較詳細之分離接種結果，但未將病原細菌定名。至1967年栗田及田部井[9]，方完成病原菌之生理特性試驗，認爲係一新種並訂名 *Pseudomonas glumae* Kurita et Tabei。據推測[12,14]可能早於1950年即有本病發生，爾後每年發生面積差異甚大。最近因栽培方式之變遷，被害面積有增加之趨勢[4,8,12,13]，且防治極爲困難[12]。植松等[18,19]，吉村等[3]，遠藤等[20,21]報告，本病原菌可以引起育苗箱幼苗腐敗症，爲箱育苗的一新問題，頗受重視。

本省於民國71年第二期稻作，在中、南部地區之台南 5號及台農67號水稻田，發現有類似後藤等[10]報告之穀枯病症。被害稻穀經鏡檢、分離、接種試驗及生理特性試驗，證實確爲細菌所引起之病害，訂中文名爲「稻細菌性穀枯病」[23]。

* 臺灣省農業試驗所植物病理系。

二、病　　徵

稻細菌性穀枯病發生於水稻齊穗後，乳熟期之綠色穗中，最初呈蒼白色而且似缺乏水份狀萎凋的罹病穀粒。被害穀漸變爲灰白色或淡黃褐色，內外穎之先端或基部變紫褐色，護穎呈紫褐色。其穗軸及枝梗皆爲健全綠色。每一被害稻穗之罹病穀粒約爲10～20粒，但發病激烈則有一半以上之穀粒枯死。被害嚴重之稻穗呈直立狀而不易彎曲。罹病穀多呈不稔，若能稔實其糙米大多萎縮且畸形，糙米之一部分或全部變爲灰白色、黃褐色或濃褐色，患部與健全部界限明顯，多呈濃褐色帶狀之境界。

三、發 生 生 態

(一)病原細菌不同菌株間之病原性

簡等[23]於民國71年所得13個菌株，在農試所(台中縣霧峰鄉)稻田供試台農67號，接種菌株均以培養72小時之病原細菌斜面調製濃度約爲10^8個細菌/ml懸浮液，以小型噴霧器均勻噴灑於抽穗期之稻穗上。接種日期在71年10月12日17時左右，並於11月15日調查。其結果如表一。由接種結果顯示，菌株間病原性差異甚大，其中以 B9及B11病原性最強，被害空粒及半飽粒百分率合計分別爲48.8及47.9%；B6最弱其發病率僅 8.5%與對照處理之自然被害率 4.5%差異不顯著。被害稻穀中半飽粒與空粒之比率，菌株間略有差異，菌株B9之被害空粒達38.6%最多，被害半飽粒則以菌株B12 及 P4等2菌株各爲18.5%最高。

(二)病原細菌接種濃度與發病之關係

對馬等[22]於1a/5,000花盆培育供試稻Asominoli品種 ，另供試菌用馬鈴薯半合成培養基，28℃下培養24小時後用無菌蒸餾水調製所定濃度的懸浮液。稻完全抽穗後，每一花盆噴霧25cc懸浮液接種。另設噴霧無菌水爲對照區，接種後放於28℃，保持24小時濕度，其後移到室外。試驗2年，所得結果可知接種濃度愈高其發病度亦愈高 。接種後第7天調查時，10^2/ml區2年均未見發病，10^4/ml區，1983及1984年之發病度各爲10.6及4.7% ，接種14日時各處理均增加其發病度，10^2/ml區的1983年及1984年之發病度各爲17.2及6.9%比7日時增加，其他區接種濃度愈高其發病度亦愈高，此傾向可推測，初期感染濃度對穀粒發病具很大的影響，即10^4/ml以上濃度時就極易引起發病(圖一)。

(三)接種溫度與發病之關係

供試稻品種及試驗方法和(二)項相同[22]。接種(細菌濃度10^8/ml)後第7日調查結果(圖二)，2 年皆爲接種溫度較低區其發病亦較低的傾向，但1983年Ⅰ及Ⅱ區的24與28℃，1984年Ⅰ區的24與28℃，各區的發病度均無差異。接種後第14日調查結果，除1984年Ⅱ區的溫度間之發病度稍有差異外，其他處理區均無差異，由此可知在高濃度(10^8 / ml)接種時，溫度對發病似無多大影響。不過發病初期溫度較高時，其發病度亦較高之

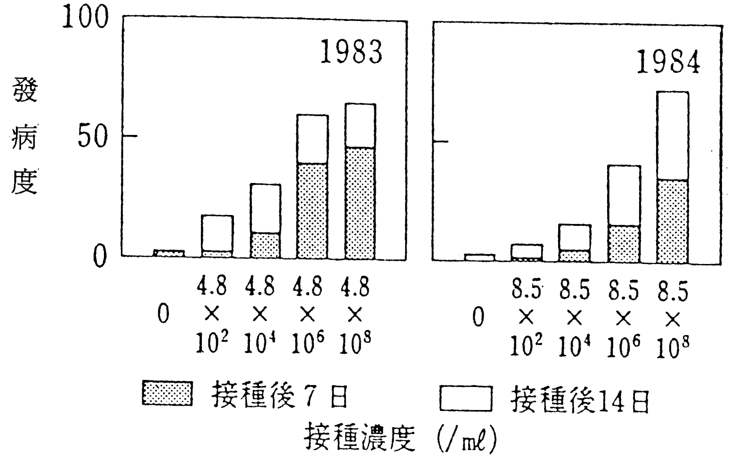
事實，可推測本病害之初發生易受溫度之影響。

表一：不同菌株間病原性之差異 (簡及張，1983)

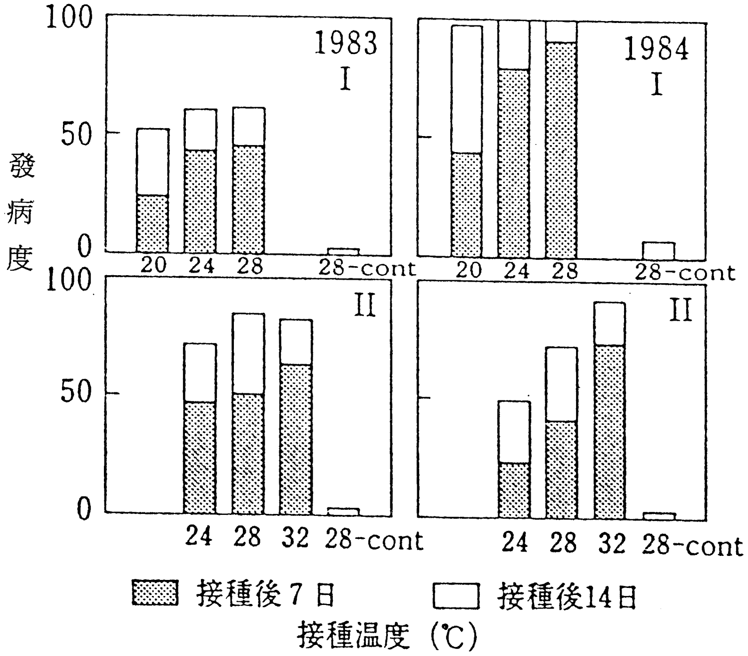
菌株	正常穀粒百分率		病害穀粒百分率		
	飽實粒	空　粒	半飽粒	空　粒	合　計
B3	53.6	21.8	4.7	19.9	24.6
B5	55.3	15.2	9.3	20.2	29.5
B6	75.9	15.6	3.4	5.1	8.5
B7	45.6	19.0	8.2	27.2	35.4
B8	66.1	18.1	8.7	7.1	15.8
B9	38.7	12.5	10.2	38.6	48.8
B10	58.2	12.7	17.5	11.6	29.1
B11	38.5	13.6	14.2	33.7	47.9
B12	56.5	8.5	18.5	16.5	35.0
B13	55.9	13.9	14.7	15.5	30.2
01	49.6	9.9	15.7	24.8	40.5
P3	58.3	21.1	3.5	17.1	20.6
P4	62.1	5.6	18.5	13.8	32.3
CK	85.8	9.7	3.6	0.9	4.5

(四)濕室保持時間與發病之關係

供試稻種及試驗方法和(二)項相同[22]。接種細菌濃度10^8/ml，接種箱保持28℃ 。保持時間到，即自接種箱內移放於箱外面，並用電風扇吹風，待穗上的水滴乾後再移置室外。



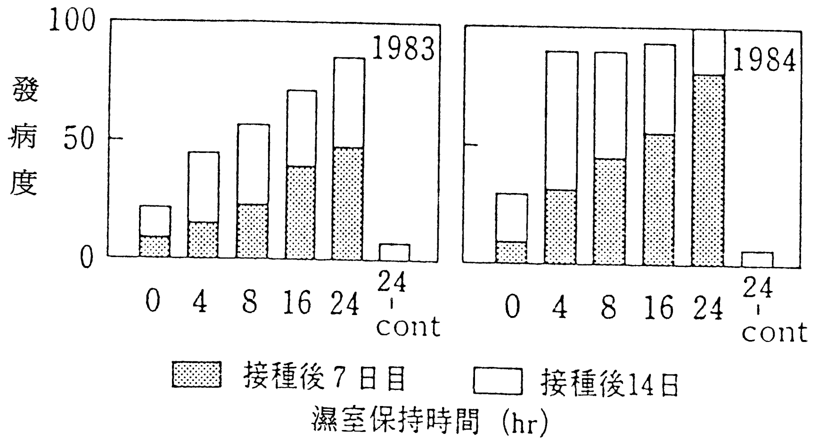
圖一、 接種濃度與發病之關係(對馬等，1985)



圖二、 接種溫度與發病之關係(對馬等，1985)

對照區係噴霧無菌水，並在接種箱內保持24小時後移置室外。接種後第7日調查結果(圖三)，2年之結果，皆顯示濕室保持時間愈短，其發病度愈低。接種後第14日調查結果，1983年濕室保持時間愈短，其發病度愈低之狀況並無變化，但1984年保持 4小時以上之各區，其發病度皆達 80～100%，即區間之差異不大。由此推測接種後稻穗上的水滴之

存在，對本病之發生具有很大的影響，其保持時間愈長發病愈嚴重。



圖三、 濕室保持時間與發病之關係(對馬等，1985)

(五)栽培方式與發病之關係

茂木[5]指出，近來本病害之發生漸有增加之原因，可能用箱育苗方式，提供了病原菌的增殖場所，因利用揷秧機揷秧的面積年年增加，而本病害亦與揷秧機平行的增加。即揷秧機揷秧比手工揷秧的發病株率、發病穗率等很明顯的增加(表二)。稚苗可提早揷秧，故稻出穗期易遇高溫，因此稻感染病菌之機會亦相對的增加，此現象可能引起本病害之主要原因之一。

表二：稻栽培方式與發病之關係

(茂木，1984)

栽培方式	發病叢率(%)	發病穗率(%)
揷秧機	9～72	0.6～12.7
人工揷秧	0～4	0～0.3

品種＝日本晴； 揷秧＝6月上、中旬

(六)不同稻齡與發病之關係

1. 病原細菌對秧苗之致病性

簡等[24]以*Pseudomonas glumae*懸浮液接種於稻種，再以一般方式浸種、催芽及播種。結果顯示，病菌對稻種之發芽皆無影響，發芽率與接種非病原細菌之對照無顯著差異 。但至播種後20日，接種病原細菌區之秧苗大部份發病枯萎(表三)。

表三、 稻細菌性穀枯病菌對秧苗期水稻之致病性*

(簡及張，1987)

菌　　株	稻發芽百分率	健康秧苗百分率
B 15	87.9	2.4 b**
B 23	88.4	2.0 b
B 24	89.2	2.3 b
O 1	88.0	1.9 b
CK	88.6	98.5 a
5% LSD值	n.s.	1.9

* ：供試稻品種爲臺農67號。

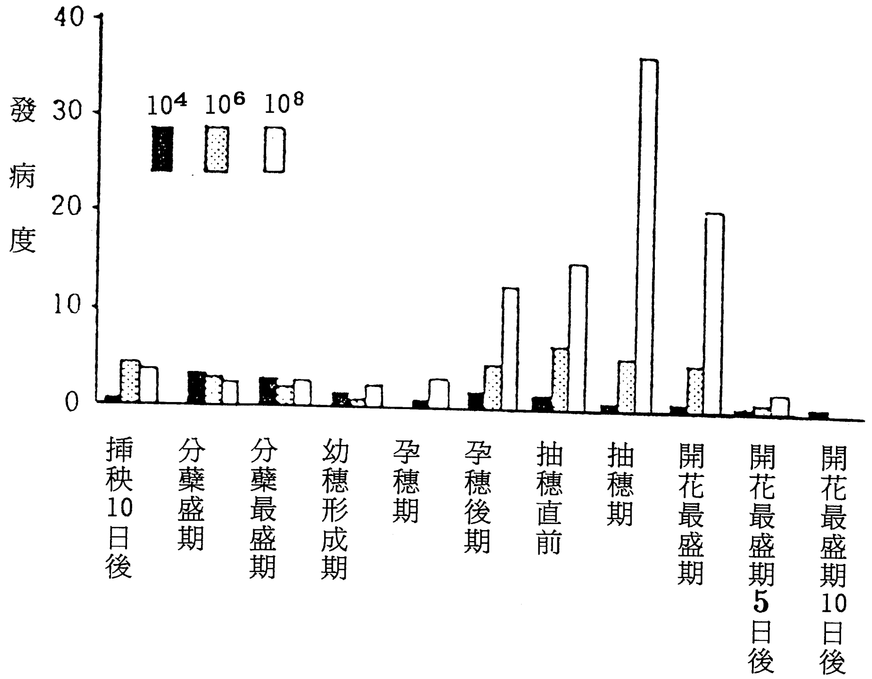
**：英文字母相同者爲 FLSD 測試，5%基準差異不顯著。

2. 本田各生育期與發病之關係

茂木[5] 報告，供試金南風品種，自插秧後第10日開始至開花盛期10日後分期行接種不同菌濃度(10^4，10^6，10^8/ml)結果(圖四)，10^4/ml低濃度如在抽穗前接種，雖然發病度較低，但亦可發病。菌濃度愈高，其發病度呈正比例的增加，但自開花盛期 5日後接種者，急速的減少其發病率，且10日後接種者皆未發病。在孕穗期～開花最盛期接種區之發病度最高。

簡等[24]於本省，培育台農67號品種於本田並按一般栽培管理方法耕種之。待稻生長至孕穗中期，即幼穗長度約10cm時，分別以劍葉內側注射法及噴霧法接種病原細菌(菌濃度10^8/ml)。劍葉內側注射法係以注射筒將病原細菌懸浮液，自劍葉葉鞘下部位打入，使該液與幼穗直接地接觸，待懸浮液自葉鞘上端處溢出爲止。噴霧法即以小型噴霧器將細菌懸浮液均勻地噴灑於稻植株上，每叢平均接種量爲15ml，另以同量之無菌水接種作爲對照。接種後隨時觀察其病變，並於成熟期調查稻穗之稔實率(表四、五) 。結果以注射法接種後，第2天葉鞘就呈現水浸狀病變，第3天病變組織轉爲黃綠色，第5天即出現雲狀之病斑，約第10天該病斑轉爲黃褐色並開始枯死。稻穗常無法完全抽出，穗上穀粒皆無法稔實，穀粒外穎均呈褐色病變，極少數穀粒尚能開花授粉，但亦隨之被感染而枯死 。供試4菌株其飽實穀粒皆呈0%，半飽穀粒僅有2.5～3.1%，與空穀粒合計均爲100%受害，對照區之飽實穀粒達83.5%。以噴霧法接種者比注射接種法之受害狀況較輕，即對照區之飽實穀粒爲86.1%，病菌接種區僅達28.9～39.3%，而半飽穀粒與空穀

粒合計對照區僅有13.9%，而病菌接種區達60.7～71.1%之多，供試 4菌株間之受害差異不大，病菌接種區與對照區之差異極顯著。



圖四、 接種時期、菌濃度與發病之關係(茂木，1984)

據後藤[15,16]報告，本病害多發生之年度，皆在稻抽穗期間的氣象有密切之關係，即高溫多日照，降雨量少之氣象條件下發病較多。彼曾於稻抽穗日前(-3,-7,-10)及後(+3,+7,+10,+15)行人工接種，調查穀粒發病狀況(圖五)，所得結果顯示抽穗當日接種區皆嚴重發病，其次於抽穗後 3日接種區，如果抽穗前接種者，其發病程度則較輕微。

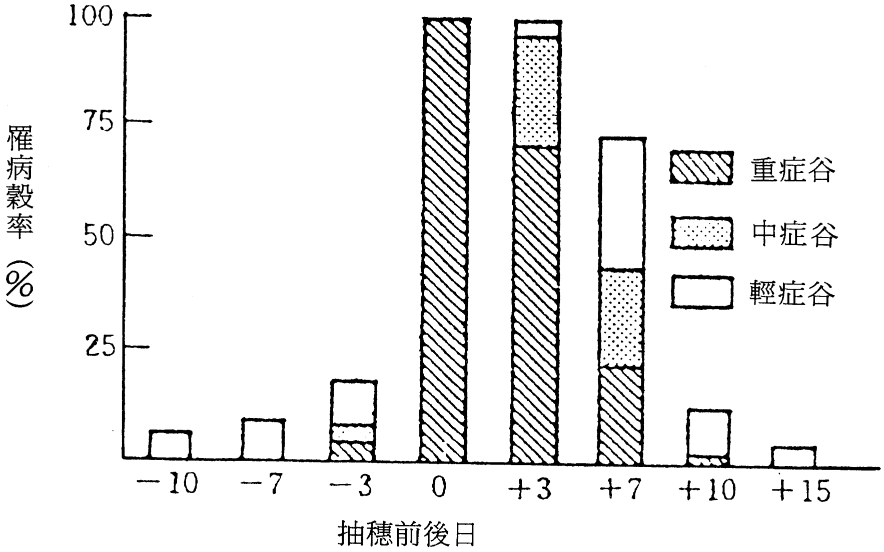
簡等[24]報告，稻抽穗期以噴霧法接種 *P. glumae*懸浮液後，稻葉鞘未見病變之現象，至稻成熟期調查罹病穀率 ，每處理(接種同一菌株及抽穗日期相同之稻穗)調查50穗，每穗記錄其飽實穀粒及未飽實穀粒數目 。結果顯示，在稻抽穗期前至抽穗後2日之間最爲感病。但菌株B15及B23兩菌株對抽穗後第4日之穗亦可分別引起48.8及43.1%之未飽實穀粒(圖六)。開始抽穗後第10日，B15及B24兩菌株接種區業已全部抽出，因此第11日只有B23、01及CK等3接種區尙在抽穗，但抽穗穗數皆未達50穗，故未將資料表示於圖內 。3個接種區之未飽實穀粒百分率，B23接種區只有2穗，未飽實穀粒率平均 43.0%，01區有30穗平均爲 69.1%，對照區有10穗平均爲10.9%。

表四：以注射法接種對孕穗期水稻之致病性(簡及張，1987)

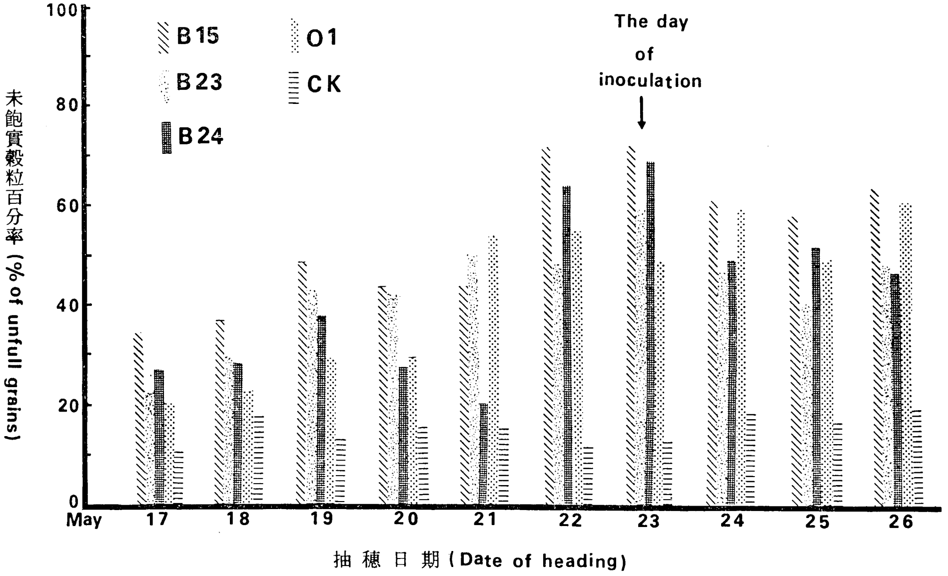
菌　株	飽實穀粒百分率	未飽實穀粒百分率		
		半飽穀粒	空　穀	小　計
B15	0.	2.5	97.5	100
B23	0.	3.1	96.9	100
B24	0.	3.8	96.2	100
01	0.	2.7	97.3	100
CK	83.5	5.9	10.6	16.5

表五：以噴霧法接種對孕穗期水稻之致病性(簡及張，1987)

菌　株	飽實穀粒百分率	未飽實穀粒百分率		
		半飽穀粒	空　穀	小　計
B15	28.9	44.4	26.7	71.1
B23	37.0	34.3	28.7	63.0
B24	32.4	35.6	32.0	67.6
01	39.3	39.1	21.6	60.7
CK	86.1	4.6	9.3	13.9



圖五、 抽穗前後噴霧接種與罹病穀發生之關係(後藤，1983)

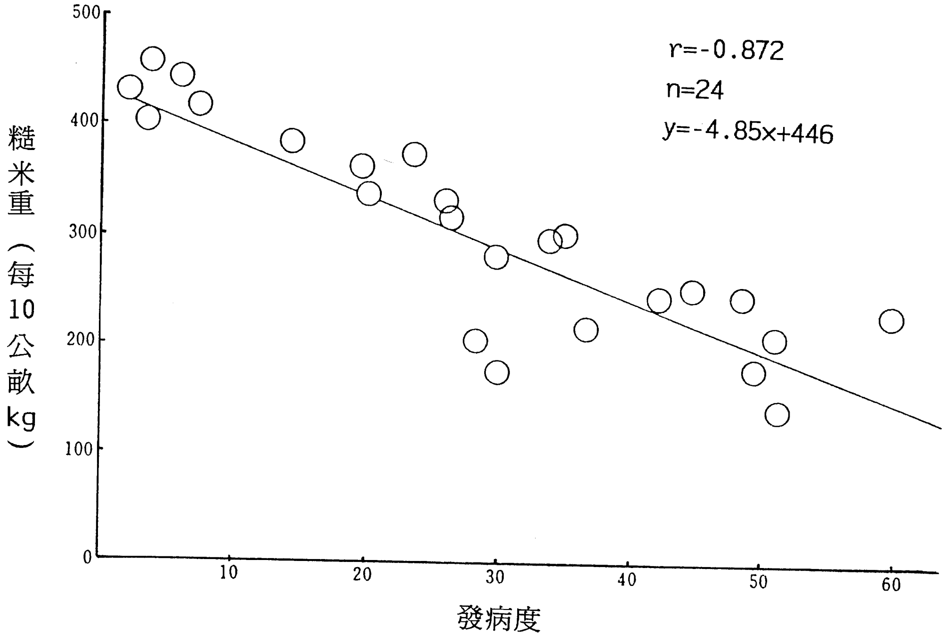


圖六、 抽穗期水稻接種*Pseudomonas glumae*後未飽實穀粒之百分率(簡及張，1987)

四、發病程度與產量之關係

本病害可直接侵害穀粒，而引起大部份的被害穀呈空粒或稔實不良，若能飽實其糙米多呈腹白對品質之影響頗大，故發病嚴重時穗呈直立狀而不易彎曲。茂木及對馬(4)

曾測定發病度(＝4A+3B+2C+D/4×調查穗數×100；A＝1 穗之發病穀率61%；B＝病穀率31-60%；C＝病穀率11-30%；D＝病穀率10%以下；E＝健全)與產量之關係，結果得到相當高的相關係數(圖七) 。另五十川[2]報告，糙米產量Y與發病度X之間的相關係數 r ＝-0.9208**，回歸直線Y＝-2.70X+355。按此計算如果發病度50時，其減收率為44%。



圖七、 發病度與產量之關係(茂木及對馬，1984)

五、防治對策

1.稻品種間之感病性

據許多報告[1,6,7,11,15,24]均指出，無論抽穗的早、中、晚，所有的供試品種皆可被感染發病，雖品種間發病程度有差異，但至今尚未見抗病品種(表六)。一般認為稻抽穗期中遇高溫時發病較多，因此早熟品種較晚熟品種之發病較多的傾向，有時同一品種的抽穗期僅差 1-2日，因受抽穗當日的氣象條件，對發病程度之影響頗大。在本省[24]曾選取栽培面積1,000公頃以上之21個品種，種植於田間(每品種栽植30叢)，並按一般栽培管理方法耕種之。於抽穗前約10日時，將病原細菌4個菌株，分別以噴霧接種法接種，至乳熟期調查(中央12叢)各品種被害度。調查時依照各穗罹病穀粒之百分率，將各穗被害程度分為五級，即0(未感染)，1(輕微～20%)，2(20-40%)，3(40-60%)，4(60-80%)及 5(80%)以上，再換算成被害率。結果如表七所示，菌株間之病原性或品種間之感病性均呈顯著差異。病原細菌以菌株 B89之病原性最強，供試稻品種平均被害率86.3%；其次為B90及B43分別為51.5及50.9%；菌株B 88之病原

表六：稻品種對細菌性穀枯病之發生程度　　(鹿兒島農試，1983)

品　　種	抽穗期 月　日	齊穗期 月　日	發病叢率 (%)	發病穗率 (%)	發病度 (%)
關 東 131 號	8、14	8、15	100	82.5	36.5
日　本　晴	8、15	8、16	100	95.0	45.8
中 國 85 號	8、18	8、19	100	91.0	44.4
南 海 86 號	8、18	8、19	100	94.5	49.5
コガネマサリ	8、21	8、22	100	100.0	85.4
西 海 168 號	8、25	8、26	100	77.0	29.5
西 海 169 號	8、25	8、26	100	100.0	78.6
南 海 91 號	8、28	8、30	100	92.0	40.5
ニシホマレ	8、29	8、30	100	93.0	47.0
ニシヒカリ	8、30	8、31	100	51.0	15.6
西 海 167 號	8、30	9、1	100	85.0	40.4
西 海 164 號	8、31	9、2	100	72.0	29.0
ミ　ズ　ホ	9、5	9、7	90	20.5	5.6
南 海 88 號	9、7	9、9	85	22.5	6.5

性最弱，僅爲31.9%。稻品種中以台南6號平均被害率64.6%最爲感病；其次爲新竹糯4號及台東27號，分別爲61.7及59.6%。高雄秈 7號被害率最低，平均僅爲28.2%；豐錦及轟早生則次之，平均被害率分別爲30.4及35.4%。稻品種與病原菌株間之交感作用亦呈顯著性，菌株 B43對台南6號及新竹糯4號之病原性最强，分別爲87.4及83.2%；菌株B88較弱，對台農67號及台中在來1號之病原性較對其他品種稍强，分別爲48.4及47.4%；B89對各品種之病原性均甚强；菌株B90對各品種之病原性，差異較大，對台南6號引起86.4%被害率，對高雄秈7號引起22.0%。由此交感作用結果顯示，本病原細菌可能有不同病原型之存在。

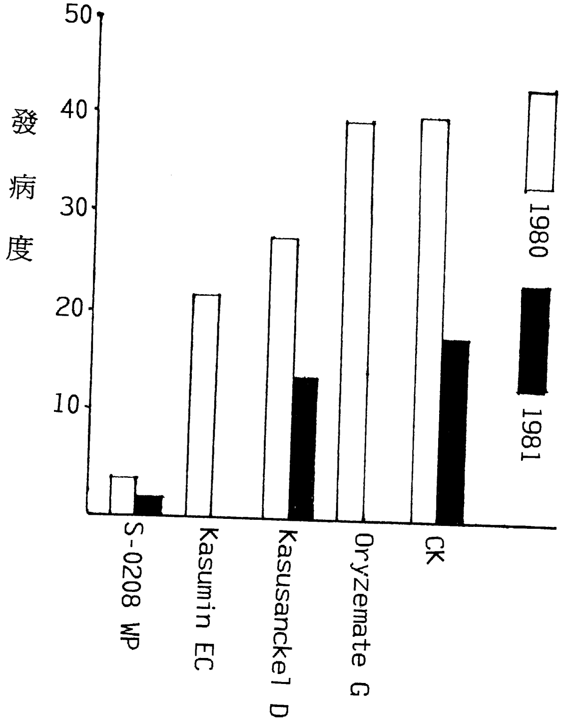
表七：稻品種對細菌性榖枯病菌之感病性　　(簡及張，1987)

品　　種	菌	株				平　均
	B43	B88	B89	B90	CK	
豐　　錦	38.2*	28.0	48.9	29.6	7.5	30.4
轟 早 生	38.0	23.6	78.9	25.5	10.9	35.4
新竹矮脚尖	62.7	46.9	82.4	59.6	20.1	54.3
新竹糯 4 號	83.2	35.7	95.5	79.7	14.7	61.7
台 東 27 號	80.2	33.9	94.6	74.8	14.5	59.6
高雄 139 號	57.5	30.5	92.3	37.3	17.7	47.1
台 南 6 號	87.4	37.3	95.8	86.4	16.2	64.6
台北 306 號	48.2	27.4	96.6	39.7	15.7	45.5
台北 309 號	53.5	24.9	96.4	38.8	12.4	45.2
台 中 65 號	64.2	24.9	93.3	47.8	15.8	49.2
台中秈 10 號	39.6	24.0	76.5	34.8	9.1	36.8
台中在來1 號	55.3	47.4	95.4	54.1	20.0	54.4
高雄選 1 號	37.5	34.3	79.1	58.2	13.8	44.6
高雄 141 號	42.5	25.2	93.6	48.0	14.4	44.8
新 竹 56 號	36.4	26.0	99.0	65.8	15.2	48.5
台 東 29 號	52.9	31.4	96.9	64.5	12.5	51.6
台中糯 46 號	49.0	28.5	99.0	64.5	17.2	51.7
台 南 5 號	38.7	30.4	83.9	60.0	15.9	45.8
台 農 67 號	32.9	48.4	91.1	61.6	15.8	50.0
高雄秈 7 號	26.8	27.6	50.9	22.0	13.6	28.2
台中秈 3 號	43.5	32.8	73.2	29.6	6.5	37.1
平　　均	50.9	31.9	86.3	51.5	14.3	47.0
5% LSD	交感：7.04；品種間：3.15；菌株間：1.54					

* 被害百分率

2.藥劑防治

經過許多藥劑防治試驗結果，對本病害之防治效果均不理想，據本病害之發生生態可推測種子傳染之機會極大，因此僅靠本田的藥劑防治可能其效果不明顯，需自種子處理開始，至抽穗後的一貫體系的防治。現試述茂木及對馬(4) 報告，各種藥劑之防治效果比較如圖八，作爲參考。



圖八、 各種藥劑之防治效果 (茂木及對馬，1984)

六、參考文獻

1. 十河和博、都崎芳久 1978 イネもみ枯細菌病の發病と減收量との關係(講要)。日植病報。44(3)：383-384。

2. 五十川是治 1986 稻もみ枯細菌病の感染條件と發病度、收量との關係，今月の農業。30(7)：97-101。

3. 吉村大三郎、植松勉 1977 籾枯細菌病菌によるイネ苗腐敗症について(講要)，日植病報。43(1)：116。

4. 茂木靜夫、對馬誠也 1984 最近のイネもみ枯細菌病多發生とその生態。昭和59年度九州農試年報 47-53。

5. 茂木靜夫 1984 九州におけるイネ籾枯細菌病の發生生態と防除。九州における

主要作物病害の發生生態と防除(脇本編)，22-44。
6. 茂木靜夫　1984　イネもみ枯細菌病の發生生態と防除(2)。農及園　59(6)：782～788。
7. 茂木靜夫　1984　イネもみ枯細菌病に對する品種耐病性(1)。農業技術 39(12)：537～542。
8. 茂木靜夫　1985　イネもみ枯細菌病の全國發生概況。 農業技術 40(5)：198-202。
9. 栗田年代、田部井英夫　1967　イネもみ枯細菌病の病原細菌について(講要)。日植病報 33(2)：111。
10. 後藤和夫、大畑貫一　1958　稻籾枯性細菌病。日植病報 23(3)：155。
11. 後藤孝雄、渡邊文吉郎　1975　イネ籾枯細菌病に對する品種間差について。九病虫研會報 21：141～143。
12. 後藤孝雄　1978　イネもみ枯細菌病。農藥研究 24(3)：32-37。
13. 後藤孝雄、渡邊文吉郎　1978　イネもみ枯細菌病の發生と耕種條件との關係（講要)。日植病報 44(3)：383。
14. 後藤孝雄　1980 イネもみ枯細菌病の發生生態。植物防疫 34(6)：242～247。
15. 後藤孝雄　1980　イネもみ枯細菌病による穗の感染時期に及ぼす溫度の影響（講要)。日植病報 46(3)：398。
16. 後藤孝雄　1982　イネもみ枯細菌病のり病もみの穗における位置とそれからの苗腐敗症(講要)。日植病報 48(1)：94。
17. 後藤孝雄　1983　イネもみ枯細菌病の發生生態と研究の現狀。植物防疫 37(9)：395～399。
18. 植松勉、吉村大三郎、西山幸司、茨木忠雄、藤井溥　1976　イネもみ枯細菌による育苗箱の幼苗腐敗症の發生。日植病報 42(3)：310-312。
19. 植松勉、吉村大三郎、西山幸司、茨木忠雄、藤井溥　1976　育苗箱のイネ幼苗に腐敗症をおこす病原細菌について。日植病報 42(4)：464～471。
20. 遠藤賴嗣、茨木忠雄　1977　イネ苗立枯病に關する研究。 13.籾枯細菌病菌による苗腐敗症の發生條件について(講要)。日植病報 43(3)：348。
21. 遠藤嗣　1982　中苗育苗における籾枯細菌病菌による苗腐敗症の發生について。今月の農藥 26(4)：25～30。
22. 對馬誠也、茂木靜夫、齊藤初雄　1985　イネもみ枯細菌病の發病に及ぼす接種溫度、接種濃度および濕室保持時間の影響，九病虫研會報。31：11～12。
23. 簡錦忠、張義璋、廖英明、歐世璜　1983　台灣水稻新病害ー稻細菌性穀枯病。中華農業研究 32(4)：360～366。

24. 簡錦忠、張義璋 1987 水稻不同齡期及品種對稻細菌性穀枯病菌之感病性。中華農業研究 36(3)：302-310。

綜　合　討　論

蔡財旺主任問：

近年來本省稻白葉枯病逐漸嚴重，是由於水稻品種遺傳基因之變化，或病原菌之變化？

謝式坢鈺教授回答：

這是整個生態系的大問題，在生態系中有所謂協同進化，也就是寄主與病原菌相依相賴在自然界中達成平衡。近年來本省水稻品種所用基因愈來愈窄，使病原菌與寄主細胞質之間的同源性加大，稻品種對病原菌愈感病，所以品種的變化比病原菌大。今後要解決白葉枯病，稻品種基因的多變性必須加大。

邱人璋教授問：

白葉枯病日漸嚴重，其原因是否爲：(一)、病原菌產生新生理型，或由國外隨稻種引進病原菌的新生理型，(二)、目前水稻品種大多秈稉雜交，稻品種引入太多感病性基因，抗病性衰退，(三)、機械插秧所用秧苗太密，又以田水灌溉，病菌較早感染水稻，所以本田發病嚴重，以上這些問題值得我們檢討。

徐世典教授：

邱教授提出很多問題，而且牽涉面較廣，是否先請水稻專家農委會鄧科長，講一些水稻品種的問題，再請謝教授回答。

鄧耀宗科長：

稻白葉枯病漸趨嚴重的原因，是稻品種或病原菌的關係，今後可以比較老品種與新品種的抗感病性，就可明瞭。農委會過去在抗病蟲害育種的投資相當大，但效果並不儘滿意。以稻熱病爲例，一方面是病原菌的保存問題未能解決，無法做好抗病篩選工作。另方面則因田間病原菌的變化太大，主要生理小種一直在變化，因此抗病品種之抗病性無法持久。稻白葉枯病是否相同，值得檢討。目前國際稻米研究所抗病育種的方向，已由尋求垂直抗病性轉爲注重水平抗病性育種，也就是不只要質的抗病，更要量的抗病。希望病理界的朋友能爲育種人員，開發一套簡單的抗病篩選方法，增加抗病育種效率。

謝式坢鈺教授回答：

本省稻白葉枯病大發生之原因，寄主與病原菌都有關係，過去臺灣對稻白葉枯病病原菌生理型之研究不多，因此對病原菌的變化到底有多大，並不清楚。最近幾年，日本及國際稻米研究所已鑑定出水稻抗白葉枯病的基因，並訂出病原菌的生理型。本省未做白葉枯病菌生理型，所以不知病原菌的變異性有多大。鄧科長提到一些老的品種，如臺中六十五號受害很輕微，亦只能以過去的結果做判斷，無法用數字表示，非常遺憾。過

去一般人認爲秈稻較感病，可能因爲以前大多栽種稉稻，當新推出之秈稻品種對白葉枯病感病，就認爲秈稻較感病，但是許多秈稻已鑑定出具抗白葉枯病基因。至於由國外引入稻種時將病菌帶入的問題，美國過去曾規定稻種必須去殼方可進口，這樣並不一定保險可避免稻種傳播。我們可以確定白葉枯病原菌會污染稻種，也可到達胚乳，帶病原菌之稻種種植到田間後是否發病，則尚未被證實，因爲稻白葉枯病菌尚無選擇性培養基，所以病菌在田間存在之情況很難測定。機械挿秧是否會引發稻白葉枯病的流行，應可用間接方法證明，測定有無噬菌體存在，便知有無白葉枯病菌的存在。抗病育種及快速篩選的方法，必須由病理與育種兩方面的研究人員共同努力，目前我們已經知道病菌可以用水稻的一些品種來保存，這樣病菌較不易變異，但各抗病基因的相對應親和性菌株則需設立，才能夠做爲對照。

陳一心主任問：

我是育種人員，有兩個問題：(一)兩支菌株混合接種水稻上，是否有相加作用，能夠選出抗兩個菌株之抗病品種；(二)簡博士的報告中曾做了不少品種的檢定，這些結果能否提供我們進行遺傳抗性分析。

謝式坢鈺教授回答：

目前水稻育種到高級試驗才進行抗白葉枯病檢定，以這種方法所育之水稻品系，保有抗病基因的機會到底有多大，很難推算。我建議育種時要確立引進之抗病基因，並從F_2開始追蹤，才能育出抗病品種。陳主任提的第一個問題，兩菌株混合接種是否會有加成作用，可能因菌不同而有不同結果，微生物在同一族群中會有加成作用。加成作用在濃度低時較明顯，濃度高則無加成作用。以前我做急速萎凋型白葉枯病研究時，發現不會產生急速萎凋型之菌株與會產生之菌株混合，會降低發病。利用剪葉法接種到葉片上，兩菌株間是否有加成作用則不淸楚。

簡錦忠研究員回答：

陳主任的第二個問題，早上報告的時候曾提到，國外報告白葉枯病病原菌有地域性差異，各地區應有當地品種做判別品種較好，所以我們選稉稻24個及秈稻26個共50個品種進行試驗，可以分成五個稻群，再由其中各選一個品種做爲暫定判別品種，我們與農藝系曾東海先生合作要探討其抗病基因，但結果有些符合遺傳理論，有些不甚符合，所以這方面工作尚待繼續努力。

張義璋副研究員回答：

剛剛陳主任提的第一問題，我在此略作補充說明，兩支稻白葉枯病病原菌的菌株混合接種，結果會因菌株不同而有差異。當強病原性菌株與失去病原性之菌株混合接種，病原性會降低；一強一弱兩菌株混合接種，則有中和的現象；兩個強病原性菌株混合接種，結果較複雜，有加成作用者，有拮抗作用者，亦有互不影響的。有關詳細情形，待再重複幾次試驗後，再整理報告。我有一個建議，如果以混合菌株做接種時，要放入相

對的水稻判別品種，這樣就可明白所用兩菌株間之反應。

鄧耀宗科長：

首先我要說明一下，過去稻作育種並非未引用抗白葉枯病的基因，而是我們不清楚本省那一個菌株可以用來篩選抗病單株。今後我們要先瞭解用甚麼方法可以鑑定那一單株具有抗病基因，並且瞭解水稻品種中到底要引入多少抗病基因才能降低白葉枯病的流行，而後再求如何引入更多抗病基因。

葉俊巖先生問：

請問水稻育種工作有否利用限制酶鑑別基因，我們可以將已知的基因譜圖出來，將來育種時在每期作收穫後，可以比對鑑定有否抗病基因。

徐世典教授：

葉先生所提的是理想的東西，目前美國肯薩斯州立大學與國際稻米研究所正合作研究中，他們以分子生物層次看水稻與白葉枯病菌的關係，包括生理小種及抗病性都有探討，至於是否可應用在抗病育種上則不清楚。

鄧耀宗科長：

剛才這個問題很好，這就是RFLP的分析法，稻熱病方面的遺傳因子分析，由康乃爾大學與國際稻米研究所合作，已可鑑別出抗病基因，但尙有所謂 Residue effect，因此在引進抗病基因時常有不良性狀也被引入，這個問題他們尙無法克服。另外探針的尋求也是一個困難問題，沒有探針就無法做鑑別工作。國內中央研究院與吳瑞教授都有這套技術，有興趣者可與他們聯絡。

林秀夫先生問：

我服務於桃園區農業改良場。農林廳曾發函各改良場要求調查稻細菌性穀枯病，田間實際調查結果，未發現細菌穀枯病。請問細菌性穀枯病是否有地域性，本病是如何傳播的。

簡錦忠研究員回答：

剛才已報告過細菌性穀枯病的發生，受抽穗期間的氣象因子影響很大。本省南部第二期作抽穗時溫度高，細菌性穀枯病發生較多且嚴重；北部第二期作抽穗時溫度低，發病較輕或不發生。本病在本省的傳播方式，尙未清楚。

高清文技正：

稻白葉枯病在現階段有漸趨嚴重之勢，雖有推廣防治藥劑，但本病屬於細菌性病害，繁衍迅速，極易造成流行，必須進行抗病育種，才能澈底解決這個問題。由今天的報告及討論中，我們都知道稻白葉枯病菌在田間有生理小種的存在，但是那一個生理小種爲主要的生理小種，尙不能充分掌握。本省水稻品種有否抗白葉枯病的基因，也尙待測試。今後希望農藝與病理人員相互間的合作，也許可以針對白葉枯病的育種工作成立一個大計畫，早日育出抗白葉枯病的水稻品種，抑制本病猖獗。

研討會參加人員
（按筆劃排序）

行政院農業委員會：

高清文　陳秋男　鄧耀宗

國立中興大學：

邱人璋　吳文川　孫守恭　徐世典　陳脉紀　謝文瑞　謝式坪鈺

臺灣省政府農林廳：

徐茂樟　田春門　李天星　李蒼郎　李郎照　范國洋　翁坤池　張明郎　陳昭豐
陳清倫　陳漢洋　黃義弘　謝惠騰

臺灣省農業試驗所：

杜金池　王貴美　吳寬澤　段中漢　胡敏夫　施昭彰　張清安　張義璋　陳正昌
陳治官　陳彥雄　陳芬蘭　陳炳輝　陳健忠　許秀惠　黃秋雄　曾東海　潦匡時
盧煌勝　蔡志濃　蔡武雄　蔡阿輝　蔡財旺　楊一郎　鄧汀欽　簡錦忠　謝廷芳
謝麗娟　羅朝村　羅幹成

臺灣省農業藥物毒物試驗所：

呂理燊

嘉義農業試驗分所：

王麗媛　安寶貞　陳一心　陳隆澤　程永雄　趙政男　鄭清煥

鳳山熱帶園藝試驗分所：

林正忠

桃園區農業改良場：

李聯興　林秀夫　黃益田　黃振增　游俊明　葉俊巖　劉政宗

臺中區農業改良場：

方敏男　王文哲　林正賢　林再發　林金樹　柯忠德　徐國男　張素貞　張德前
陳武揚　陳啓吉　陳慶忠　陳聰富　黃金助　劉添丁　劉達修

臺南區農業改良場：

方德利　何新奇　李　對　吳文政　林義雄　張賜海　陳文雄　陳紹崇　郭振欽
郭聰明　黃天福　黃杉茋　葉忠川　鄭安秀　顏福成

高雄區農業改良場：

江正直　阮忠信　邱明德　邱運全　陳東鐘　鍾德月

花蓮區農業改良場：

呂文通　林慶元　徐保雄　曾喜一　蘇東生

臺東區農業改良場：

古仁允　江瑞拱　胡宗仁　黃櫶昌　劉清和

其他：

李政模　李富智　吳癸川　徐信吾　張興哲　陳昱初　陳福林　莊士賢　莊明碩
黃有爲　黃明川　黃耀貞　鄭志鴻　裵家隆　楊涌祚

研討會籌辦人員

籌備委員：杜金池　范國洋　簡錦忠　蔡武雄　陳慶忠　游俊明

總 連 絡：蔡財旺

總　　務：蔡武雄　羅朝村　段中漢

會場佈置：張義璋　謝廷芳　蔡志濃

報　　到：謝麗娟　王貴美　陳芬蘭

團 體 照：張義璋　羅朝村

會場服務：簡錦忠　謝麗娟　陳芬蘭

司　　儀：王貴美

幻 燈 機：蔡阿輝　蔡志濃

音響冷氣：柯寬裕

記　　錄：鄧汀欽　蔡淑娓

資料彙集：簡錦忠　蔡武雄　張義璋　謝廷芳